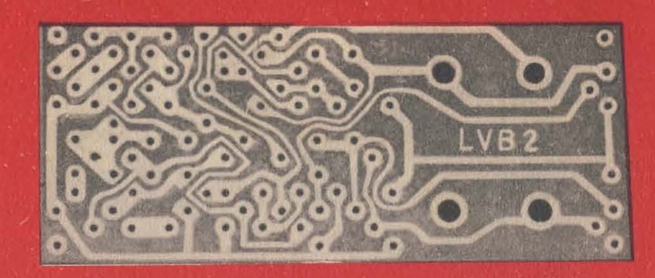
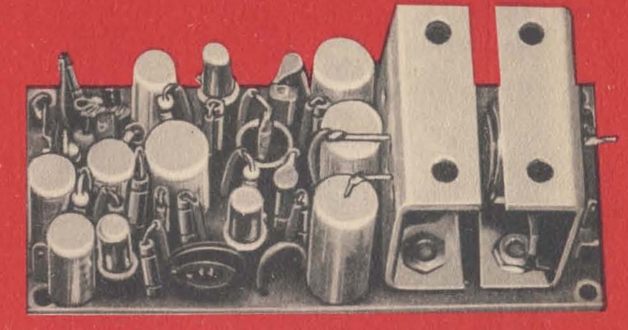






Klaus Schlenzig

Amateurelektronik 74

Bauplan 26
1,-

Originalbauplan Nr. 26

Hinweis
Die vollständige Fertigstellung der in diesem Bauplan vorgestellten neuen Positionen wird voraussichtlich im August 1974 abgeschlossen sein.

Inhaltsverzeichnis

1. Die 3 Phasen des Systems

Die ersten Bausteine der „Amateurelektronik" wurden etwa 1962 hergestellt. Für die jüngeren Leser sei diese Entwicklung nochmals kurz umrissen.
Ein Sortiment von elektrisch und mechanisch kompletten Bausätzen mit Leiterplatten in 2 Formaten bot in der 1. Phase dem Amateur die Möglichkeit, mit den damals noch relativ jungen Zweigen „Halbleitertechnik" auf der Schaltungs- und „Leiterplattentechnik" auf der konstruktiv-technologischen Seite vertraut zu werden. Die Steckbarkeit der aus den Bausätzen entstandenen Einheiten gestattete beliebigen Mehrfacheinsatz, und das „Denken in Baugruppen" – heute, im Zeitalter der integrierten Schaltkreise, aktueller denn je – wurde bereits damals dem Nachwuchs nahegebracht.
Entscheidende Verbesserungen im Bauelementeangebot, verbunden mit erheblichen Preissenkungen für Halbleiterbauelemente, brachten die Voraussetzungen für die 2. Phase des Programms „Amateurelektronik". Im Angebot blieben praktisch nur noch die gelochten, beschnittenen Leiterplatten sowie die Kontaktbauelemente; die elektrische Komplettierung konnte dem Anwender überlassen werden. Die Voraussetzungen waren durch das nun reichhaltige Angebot in den Spezialverkaufsstellen, vor allem in den Amateurbedarfsfilialen des RFT-Industrievertriebs gegeben. Dafür konnte das Programm durch Bereitstellung einer Reihe konstruktiv nützlicher Plastteile zum System ergänzt werden: zu Beginn der 2. Phase durch Trägerstreifen mit Chassisfunktion sowie durch 3 Größen von Schutzkappen für die steckbaren Bausteine, am Ende ihrer Entwicklung durch Batteriebehälter und Gehäuseelemente für die Anfertigung eines Spektrums von Kleingehäusen.
Zwischenzeitlich befand sich ein kompletter Baustein im Angebot, der die Zeit bis zum Erscheinen billiger Silizium-Basteltransistoren überbrückte. Die Leiterplatte dieses Bausteins (SVB 1) blieb danach auch weiterhin Bestandteil des Systems. Die 3. Phase wurde einerseits eingeleitet durch das wachsende Interesse an umfangreicheren Einheiten, d. h. Leiterplatten mit manchmal bereits kompletter „Gerätefunktion", für die im System das Format 35 mm × 80 mm zur Verfügung stand, bisher genutzt für Lochraster- und Streifenleiterplatten. Andererseits erforderten Änderungen im Bauelementeangebot die Überprüfung einiger Bausteine. Die Versorgung der Amateure mit Bauelementen hängt im Grunde von dem ab, was die Industrie einsetzt. Das hat den großen Vorteil, daß der Amateur (auch

dann, wenn er zunächst mit Bewährtem weiterarbeiten möchte) zum Neuen gezwungen wird. Das bewirkte der Wegfall der Kleinübertrager K 20, K 21, K 30 und K 31. Er führte zur Anwendung „eisenloser" Verstärkerschaltungen, deren Eigenarten vom Amateur kennenzulernen und zu berücksichtigen waren bzw. sind. Die Einheiten GES 4 und VRG 1 wurden damit überflüssig. Allerdings bringt die Bausteintechnik in diesem Fall eine komplexe Situation: Es sind viele tausend dieser Bausteine gebaut worden und damit auch weiterhin im Einsatz. Für sie stehen genügend Schaltbeispiele zur Verfügung. Neue Anwender beginnen dagegen sofort mit den Nachfolgebausteinen; ältere Einsatzbeispiele sind entsprechend „umzudenken".
Die GES 4 wird von der KES 2 abgelöst (s. u.); einen Teil der Funktionen des VRG 1 übernimmt die KES 1. NF-Schwingschaltungen sind z. B. mit dem 2 GV 2 oder (ohne zusätzliche Bauelemente) mit dem neuen UMV 1 zu realisieren.
Der Wunsch nach umfangreicheren Einheiten brachte gleichzeitig auch wachsendes Interesse an größeren Gehäusen, im Volumen an die bisher aus Gehäuseelementen möglichen anschließend, aber noch „unterhalb" jener Gruppe, die ohnehin sinnvoller mit stabileren Materialien (Hartpapier, Blech, Holz – je nach Verwendungszweck) individuell aufgebaut werden oder für die man gern Industrie-Gehäuserestposten benutzt. Der Hersteller trug dem mit 2 neuen Plattenelementen Rechnung, deren Abmessungen aus Vielfachen von denen der bisher (und auch weiterhin) gefertigten Teile entwickelt wurden. Sie sind dadurch mit jenen „kompatibel", können also bei Bedarf auch gemeinsam in einem einzigen Gehäuse eingesetzt werden. Zersägen längs vorgegebener Linien ergibt kleinere Teile, aus denen sich zahlreiche Gehäusegrößen zusammensetzen lassen. Als Kantenversteifung dient auch bei den neuen Gehäusen die Trägerschiene der bisherigen Gehäuseteile, nach Bedarf zersägt.
Die Dimensionen dieser Gehäuse gestatten den Einsatz von Leiterplatten bis etwa zum Format 95 mm × 165 mm, also weit über die Systemplattenabmessungen hinaus. Damit kann das auf diese Weise erweiterte Gehäuse-„Subsystem" noch weit stärker als bisher auch für systemfremde Zwecke genutzt werden.
Dem Einschieben von Leiterplatten in die neuen Gehäuse dienen 2 Gleitschienen von je 165 mm Länge. Auf Grund der Relationen von Höhe und Breite hätte eine einzige Streifengröße (bezüglich der Querschnittsgestaltung) nicht ausgereicht, sofern die verwendeten Leiterplattenabmessungen im Rastersprung von 2,5 mm gequantelt sind. Daher werden 2 Streifen angeboten, deren Nuthöhen um 1 mm voneinander verschieden sind. Eine kleine Rechnung bzw. Messung entscheidet bei jedem Gehäuse über den Einsatz des einen oder des anderen Streifens.

2. Die neuen Leiterplatten

Das System „Komplexe Amateurelektronik" enthielt bisher ein Sortiment Leiterplatten, die nach den Gesichtspunkten einer möglichst vielseitigen Verwendbarkeit und Kombinierbarkeit ausgewählt wurden. Es ging also weniger darum, neue Schaltungen zu „erfinden", sondern nach Möglichkeit Bewährtes in die zweckmäßige Form abgeschlossener Einheiten zu überführen und damit eine beliebig wiederholbare Nutzung zu sichern.
Auch die neuen Leiterplatten entstanden nach diesen Gesichtspunkten. Gegenüber denen der 2. Phase war es bei diesen teilweise auch möglich, von bereits erschienenen Bauplänen auszugehen, in denen solche Schaltungen appliziert worden waren. Allerdings unterscheiden sich Bauplanobjekte in einigen Punkten von dem, was für Leiterplatten des Systems erforderlich ist. Das beginnt schon beim Format. Außerdem ist zu überprüfen, ob die vorliegende Schaltung „bausteingerecht" genug ist bzw. ob Schaltungsänderungen durchzuführen sind. Damit ergab sich, daß die entsprechenden Baupläne hauptsächlich als Anregung bzw. Ausgangspunkt dienten und daß von ihnen her der Leser bereits entsprechende Einsatzhinweise erhält. Da nur wenige Leser diese Leiterplatten selbst anfertigen, ist es durch die im Handel erhältliche Leiterplatte (mindestens gleicher Einsatzmöglichkeiten) wesentlich mehr Interessenten möglich, mit dieser Schaltungseinheit zu arbeiten.
Hinweis für alle Leiterplatten: Wenn nicht anders angegeben, dann alle Widerstände 1/8 W, je nach Bestückungsplan senkrecht oder waagrecht montiert. Schwarze Punkte: Steckerstifte (gerade; nur bei KES 1 gebogen).

2.1. Steckbare Bausteine 20 mm × 25 mm und 25 mm × 40 mm

Dieses Angebot hat man um 5 Leiterplatten vergrößert. 3 davon erweitern den Einsatzbereich des Systems, 2 dienen der Ablösung von Bausteinen, die Übertrager enthalten. Wegen des thematischen Anschlusses an einen ähnlichen Baustein vom Format 35 mm × 80 mm mit größerer Leistung und höherer Empfindlichkeit werden diese beiden Schaltungen am Schluß des Abschnitts behandelt.

Schwellwertschalter SWS 1 (25 mm × 40 mm)

Ein Schwellwertschalter reagiert auf ein Eingangssignal bekanntlich in folgender Weise: Unterhalb des schaltungsbedingten Ansprechwerts kann das Eingangssignal beliebige Höhe annehmen, ohne daß sich am Ausgang ein anderer als der Zustand ohne Signal einstellt. Erreicht der Eingangspegel den Schwellwert, so „kippt" der Ausgang in die der vorherigen entgegengesetzte Lage. Bei einem aus 2 Transistoren bestehenden Schwellwertschalter heißt das: $U_1 < U_s$ bedeutet T 1 gesperrt, T 2 geöffnet, U_2 klein. Für $U_1 \geqq U_s$ ist T 1 geöffnet, T 2 gesperrt, $U_2 \approx U_B$. Dieses Ausgangsverhalten läßt sich mit einem 3. Transistor umkehren. Wird die Komplementärschaltungstechnik angewendet, so ergibt sich dieses Verhalten an einem gegenüber dem Widerstand Emitter – Kollektor von T 3 großen Widerstand:
$U_1 < U_s$: T 1 gesperrt, T 2 geöffnet, also auch T 3 geöffnet, d. h. $U_3 \approx U_B$.
$U_1 \geqq U_s$: T 1 geöffnet, T 2 gesperrt, also auch T 3 gesperrt, d. h. $U_3 \approx 0$ (bei Vernachlässigung des Reststroms von T 3, der also eine praktische obere Grenze für den Ausgangswiderstand bildet). Der 3. Transistor wird meist als Treiber für ein Relais benutzt. Statt $U_3 \approx U_B$ oder $U_3 \approx 0$ heißt es dann „Relais angezogen" bzw. „Relais abgefallen".
Gegenüber Relaisstufen mit stetigem Verstärker hängen Ansprech- und Abfallwert praktisch nicht mehr von den Relaiseigenschaften ab, da die Schaltcharakteristik von T 1 und T 2 und ihrer Verknüpfung bestimmt wird. Wer sich näher mit diesem Verhalten beschäftigen will, der lese z. B. in der Zeitschrift „Nachrichtentechnik", Heft 4/1961, nach. An dieser Stelle sei nur kurz folgendes erläutert: Solange $U_1 < U_s$, ist T 1 gesperrt. T 2 erhält über R 3 Basisstrom. Dieser Strom ergibt sich aus $I_{B2} = \frac{U_B - U_{BE2} - U_D - B_2 \cdot I_{B2} \cdot R4}{R3}$. Damit T 1 geöffnet werden kann, muß das Eingangssignal den folgenden Schwellwert überschreiten: $U_s = U_{BE1} + U_D + B_2 \cdot I_{B2} \cdot R4$. Der Basisstrom für T 1, den die Signalquelle ohne Spannungsrückgang liefern muß, ergibt sich aus der Bedingung, daß T 1 den vorher in die Basis-Emitter-Strecke von T 2 fließenden Strom durch R 4 aufnehmen muß, jetzt unter folgender Bedingung:

$$B_1 \cdot I_{B1} = I_{C1} = \frac{U_B - U_{CE1} - U_D - I_{C1} \cdot R3}{R3}$$

Da bei Silizium-Planar-Epitaxietransistoren bei genügender Aussteuerung $U_{CE} < U_{BE}$ werden kann, wird die sonst übliche Spannungsteilung für T 2 nicht benötigt.
Im Glied $I_{C1} \cdot R4$ steckt eine Abhängigkeit, die das „Hysterese"-Verhalten der Schaltung bestimmt. Da $B_2 \cdot I_{B2} \cdot R4 \gg I_{C1} \cdot R4$, genügt zum Halten des neuen Zustands eine kleinere Eingangsspannung. Erst dann, wenn diese unterschritten ist, stellt sich der erste Zustand wieder ein. Auch das geschieht sprunghaft. Mit R 4 kann man also den Abstand zwischen den beiden Schaltpunkten beeinflussen. Es darf aber nicht übersehen werden, daß besonders für $R4 \rightarrow 0$, wenn also nur noch die Diode beide Emitter koppelt, der Eingangsschwellwert erheblich temperaturabhängig ist, nämlich über die in gleicher Richtung wirkenden Temperaturkoeffizienten von Basis-Emitter- und Dioden-Schwellspannung. Die Koppeldiode ohne R 4 ergibt eine kleine Schalthysterese, weil ihre Durchlaßspannung wesentlich weniger stromabhängig ist als die vom Ohmschen Gesetz bestimmte Spannung über R 4. Wenn diese Abhängigkeiten beachtet werden, kann man den Baustein ganz unterschiedlichen Zwecken anpassen, je nach Wahl der Bauelementewerte.

Die Schaltung nach Bild 1, für die die Leiterplatte nach Bild 2 geschaffen wurde, enthält weitere Bauelemente, die einem speziellen, aber häufig angestrebten Zweck dienen. In dieser Bestückung läßt sich der Baustein nämlich als Dämmerungsschalter (also auch als Parklichtautomatik) einsetzen. Mit dem Potentiometer stellt man die Empfindlichkeit ein, und R 2 dient als Vorwiderstand für den Fotowiderstand, den Fototransistor bzw. ein in Sperrichtung geschaltetes Selen-Fotoelement (s. „Selen-Optoelektronik", Reihe „electronica", Band 114).
Der Kondensator parallel zum Eingang unterdrückt Schwingneigung, die sonst bei diesen Transistoren in der Nähe des Umschaltpunktes auftritt, so daß sich ein schleichendes Umschalten ergibt. R 4 liefert die im vorliegenden Fall erwünschte Hysterese und verhindert Flattern des Relais bei Helligkeitswerten in der Nähe des Ansprechpunkts. In der angegebenen Dimensionierung liegt der benötigte Schaltereingangsstrom in der Größenordnung weniger Mikroampere. Für andere Einsatzzwecke kann die Leiterplatte mit den dann benötigten veränderten Bauelementewerten bestückt werden. Seinem „Charakter" nach liegt dieser Baustein also zwischen einer „Einzweck"-Schaltung und einer in komplexeren Anwendungen benutzten steckbaren Einheit. Bild 3 zeigt die Leiterplatte und Bild 4 ein fertiges Muster des SWS 1.

Sensor-Umschalter SUS 1 (25 mm × 40 mm)

Kern jeder „Sensor-Elektronik", wie sie in Geräten der Konsumgüterelektronik eingesetzt wird, ist ein auf sehr kleine Eingangsströme reagierender elektronischer Schalter. Bei Verknüpfung von 2 solcher Einheiten entsteht ein Wechselschalter bzw. ein Umschalter. Der vorliegenden Variante lag eine in Bauplan Nr. 18 vorgeschlagene Schaltung zugrunde. Es handelt sich um einen bistabilen Multivibrator mit je einem Verstärkertransistor vor jedem der beiden Transistoren des bistabilen Multivibrators. Außerdem führt der Kollektor eines der beiden Multivibratortransistoren zur Basis eines Schalttransistors, der wiederum als Treiber z. B. für ein Relais dient oder an den direkt eine kleine Lampe (z. B. 3,8/0,07) angeschlossen werden kann. Der Einsatzbereich dieses Umschalters ist bei 1poliger („dynamischer") Eingabe z. B. mit dem Finger auf „E_{dyn1}" bzw. „E_{dyn2}" (s. Bild 5) an Räume bzw. Geräte gebunden, in denen Wechselfelder vorhanden sind, also hauptsächlich Netzbrumm. Dabei nutzt man die Tatsache, daß der menschliche Körper in solcher Umgebung selbst ein Potential annimmt und dadurch zur Signalquelle wird. Für die Anpassung des Schalters an den Einsatzort ist deshalb ein gewisser Abgleich nötig, damit nicht bereits Fremdfelder, kapazitiv eingekoppelt, auslösend wirken. In einer Weiterführung dieser Gedankengänge wird daher der Körper nicht mehr als Signalquelle benutzt, deren Ausgang ein „feuchter" Finger darstellt, sondern dieser Finger schließt nur noch den Weg zur Spannungsquelle, die dann die Betriebsgleichspannung sein kann. Auf diese Weise entstehen zweigeteilte Sensoren kleiner Fläche (z. B. aus kupferkaschiertem Hartpapier herzustellen) und geringer Störanfälligkeit, die weiter dadurch gemindert wird, daß in dieser „statischen" Betriebsart die nun nicht benötigten Koppelkondensatoren mit den Vorwiderständen zusammen als Tiefpässe wirken. (Dazu werden die dynamischen Eingänge an 0 gelegt, s. Bild 5.) Ähnlich wie die Sensorfläche selbst verhält sich im dynamischen Betriebsfall aber auch eine Zuleitung, die als Antenne wirkt. Sensorplatte und Verstärkertransistor müssen bei dynamischer Einspeisung also eng benachbart angeordnet werden.
Als kleine Besonderheit verfügt der Baustein über eine Zwangseinstellung des Schaltzustandes bei Anschalten der Betriebsspannung. C 3 bewirkt nämlich durch Verzögern dieser Schalterhälfte, daß sich stets die gleiche (gewünschte) Lage einstellt (Ausgangstransistor gesperrt), wenn man die Betriebsspannung anlegt. Als weitere Besonderheit wurde die Schaltung so „stromarm" dimensioniert, daß sie im Bereitschaftszustand (Ausgang stromlos) weniger als 100 µA bei 4 V aufnimmt. Theoretisch könnte sie also mit 2 RZP2-Kleinakkumulatoren als Stromversorgung 1/2 Jahr wartungsfrei in Bereitschaft gehalten werden. Bei längeren Einschaltzeiten verringert sich diese Zeit selbstverständlich stark.
Die Schaltung nach Bild 5 fand ebenfalls auf einer Leiterplatte vom Format 25 mm × 40 mm Platz. Den Bestückungsplan findet der Leser in Bild 6. Das Leitungsmuster ist in Bild 7 zu erkennen, während Bild 8 ein aufgebautes Muster zeigt.

Universeller Multivibratorbaustein UMV 1 (25 mm × 40 mm)

Diese Leiterplatte kann beliebig bestückt und beschaltet werden. Ihr Leitungsmuster gestattet den Aufbau von mono-, bi- und astabilen Multivibratoren einschließlich Ansteuerschaltung, ist also vielseitig für Digitaltechnikexperimente verwendbar. Es führte zu weit, wollte man an dieser Stelle die zahlreichen Einsatzmöglichkeiten solcher Schaltungen umreißen. Die sich dafür interessierenden Leser werden sicherlich nicht nur eine dieser Leiterplatten erwerben, denn digitale Systeme benötigen nun einmal eine größere Anzahl gleichartiger Bausteine. Ein bistabiler Multivibrator, der eine Taktfrequenz von z. B. 1 kHz im Verhältnis 2 : 1 teilt, muß eben n-mal hintereinandergeschaltet werden, wenn man am Ausgang z. B. die Frequenz $1\ kHz/2^n$ erreichen will.

Auch jetzt, da digitale Schaltkreise für den Amateur verfügbar werden, haben „diskret" aufgebaute Digitalschaltungen noch nicht ihren Sinn verloren. Mit einem Schaltkreis vom Typ D 100 lassen sich zwar z. B. 2 Multivibratoren realisieren, aber nur, wenn auch tatsächlich alle 4 Gatter funktionieren. Außerdem benötigt man auch dabei noch zusätzliche Bauelemente. Mit Einzeltransistoren wird diese Schaltung zwar größer, aber sie bleibt besser überschaubar, kann leicht repariert werden und ist – Preisniveau zum Manuskriptzeitpunkt vorausgesetzt – billiger als der Schaltkreis. Das Leitungsmuster läßt – wie man aus Bild 9 erkennen kann – eine Reihe von Bestückungsvarianten zu (mono-, bi-, astabiler Multivibrator, Stromtrigger u. a.), je nachdem, welche der möglichen Plätze man mit den für die gewünschten Daten erforderlichen Bauelementen belegt. Die Werte im Grund-Stromlaufplan sind also je nach Einsatzfall ggf. zu verändern. Die Wahl der Kondensatoren beim astabilen Multivibrator wird von der gewünschten Schwingfrequenz bestimmt; beim monostabilen hängt davon die Haltezeit des unstabilen Zustands ab, und beim bistabilen dienen die Kondensatoren dem Umschaltvorgang, der eine bestimmte Flankensteilheit und Amplitude der Ansteuerimpulse voraussetzt. Der Bestückungsplan nach Bild 10 enthält alle in Bild 9 angegebenen Bauelemente, die allerdings u. U. eben nicht alle eingebaut werden. Das hängt davon ab, ob der Baustein von außen programmierbar bleiben soll (über die Federleisten) oder ob er eine „Einzweck-Funktion" zu erfüllen hat (z. B. auch fest auf einer größeren Verbindungsleiterplatte mit Drähten „installiert" wird). Bild 11 und Bild 12 geben die Leiterplatte und einen Musterbaustein wieder.

Komplementärendstufe KES 1 (20 mm × 25 mm)

Eine der in der Analogtechnik sehr häufig nötigen Teilschaltungen ist die für niederohmigen Ausgang ausgelegte NF-Endstufe unterschiedlicher Ausgangsleistung. Mit der Reihe KES 1, KES 2 und LVB 2 (s. 2.2.) enthält das System nun 3 NF-Verstärker im Bereich von 10 mW bis 1 W mit entsprechend gestuftem Volumen. Die KES 1 ist die kleinste von ihnen. Geschickt aufgebaut, paßt sie in eine Kappe der Größe 1. Ihre Schaltung (Bild 13) geht auf Bauplan Nr. 19 zurück, wo sie sich bereits in einer stromsparenden Überwachungsschaltung bewährte.

Auf Grund des kleinen Volumens konnte keinerlei nachträgliche Einstellung vorgesehen werden. Das bedeutet, daß man diese Schaltung am besten vorher „auf dem Brett" erprobt, z. B. auf einer geräumigeren Streifenleiterplatte.

Der geringe Strombedarf hängt vom Wert der Kollektor-Emitter-Spannung des als Diode geschalteten Transistors T 2 ab. Durch den Kurzschluß c–b ist sie identisch mit seiner U_{BE}. Höhere U_{BE} bedeutet höhere Stromaufnahme der Endstufe, dafür aber kleine Verzerrungen im Nulldurchgangsbereich; kleinere U_{BE} ergibt das Gegenteil. (Kleineres R 1 bedeutet höheres U_{BE}!) Den gleichen Zweck erfüllt auch eine Planardiode, z. B. SAY 30, die – im Unterschied zur Lage bei Erscheinen von Bauplan Nr. 19 – inzwischen dem Amateur ebenfalls zur Verfügung steht. Sie wird statt der b–e-Strecke des sonst als D 1 dienenden Transistors mit gleicher Pfeilrichtung eingesetzt. Mit R 2 stellt man die Schaltung auf größtmöglichen Aussteuerbereich bei geringen Verzerrungen ein. Wegen der Paarung Ge–Si (und der möglichst kleinen Ruhestromaufnahme) heißt das in der Praxis mehr als $U_B/2$ über T 2 und weniger als $U_B/2$ über T 3. Der parallelgeschaltete Kondensator beeinflußt die Höhenwiedergabe: je größer sein Wert, um so niedriger die obere Grenzfrequenz.

Die Endstufe braucht eingangsseitig Stromsteuerung, also eine hochohmige Quelle (wenigstens einige Kiloohm), andernfalls ist die Gegenkopplung wirkungslos, die die in der Endstufe entstehenden Verzerrungen verringert. (Man bedenke, daß die Kombination eines Silizium-npn- und eines Germanium-pnp-Transistors keine echte Komplementärschaltung ist. Dafür gibt es z. B. npn/pnp-Kombinationen in Germanium, die aber importiert werden müssen, z. B. aus der ČSSR.)

Die Endstufe wird mit 3 Miniplasttransistoren und 1 metallverkapptem Transistor gemäß Bild 13 bestückt, so daß die Fläche von 20 mm × 25 mm für die Leiterplatte gerade noch ausreicht. Bild 14 gibt Bestückungshinweise, Bild 15 zeigt die Leiterplatte, Bild 16 einen fertigen Baustein. Bei 4 V Betriebsspannung erreicht man ca. 10 mW Ausgangsleistung an 8 Ω bei etwa 50 mV Eingangsspannung vor einem Entkopplungswiderstand von 10 kΩ. Die Ruhestromaufnahme des Musters lag dabei unter 1 mA.

Die KES 1 übernimmt also die Teilaufgabe des veralteten VRG 1, in Kleinstgeräten die zur Ansteuerung des Lautsprechers nötige Mindestleistung bei bescheidenen Ansprüchen an Qualität und Lautstärke, dafür aber strom- und raumsparend zur Verfügung zu stellen. Eine Anwendung mit 2 NV 2 als Vorverstärker findet der Leser in Bauplan Nr. 19.

Komplementärendstufe KES 2 (25 mm × 40 mm)

Für sie gilt bezüglich des „Komplementär"-Begriffs gleiches wie bei der KES 1. Dieser Baustein soll funktionell (wenn auch nicht im Anschlußschema) die infolge ihrer Übertrager veraltete GES 4 ablösen. Wegen des höheren Spannungsbedarfs eisenloser Gegentaktverstärker (bedingt durch die „Spannungshalbierung" in der Endstufe) erreicht die KES 2 bei der Nennspannung der GES 4 (6 V) deren 50 mW, vermag dafür aber z. B. bei 9 V bereits 100 mW abzugeben und darf bis maximal 12 V (200 mW) betrieben werden (alle Angaben sind Richt-, keine Maximalwerte!). Dabei sind die Transistoren dann jedoch mit Kühlsternen zu versehen, d. h., der Baustein kann nur noch ohne Kappe eingesetzt werden. Gegenüber der KES 1 enthält die Schaltung 1 Potentiometer für die Einstellung des Arbeitspunktes auf U/2, kann also nach Zusammenbau abgeglichen werden. Dadurch ist auch bei Übergang auf andere Betriebsspannungen jeweils eine Optimierung möglich. Bei Verwendung von Transistoren, die im Arbeitsbereich (I_{max} etwa 100 mA bei 9 V) nicht allzu stark voneinander abweichen, liefert die KES 2 über einen größeren Frequenzbereich (etwa 200 Hz bis 10 kHz) ein verzerrungsarmes Ausgangssignal. Die im Baustein enthaltene Vorstufe erhöht die Eingangsempfindlichkeit gegenüber der KES 1 so weit, daß sie mit der der GES 4 vergleichbar wird, bezogen auf die gleiche Ausgangsleistung an einem 8-Ω-Lautsprecher. Damit ergibt die Ablösung der GES 4 durch die KES 2 gleichzeitig eine Qualitätserhöhung der mit ihr bestückten Geräte. Bilder 17 bis 20 enthalten wieder alle erforderlichen Informationen (Stromlaufplan, Leitungsmuster, Bestückungsplan, Bausteinmuster).

2.2. Geräteleiterplatten 35 mm × 80 mm

Wie bereits eingangs angedeutet, sind diese – vom System her relativ „großformatigen" – Leiterplatten nicht als Steckbausteine konzipiert, da sie im allgemeinen bereits eine vollständige Schaltung darstellen. Sie werden also innerhalb eines Geräts allein oder mit anderen, meist nicht zum System zählenden Einheiten zusammen eingesetzt (der LVB 2 z. B. in Verbindung mit einem Empfänger-HF-Teil, der mit dem Demodulator endet). Die Verbindungen nach außen werden über Stecklötösen hergestellt. Da nicht zu erwarten ist, daß solche Stecklötösen für 1-mm-Löcher überall erhältlich sind, wurde eine solche Lötöse ins System übernommen. Sie wird in Packungen gehandelt mit einer Stückzahl, die für mehrere Leiterplatten ausreicht. (Man nehme aus Rücksicht auf die Verkäufer und die anderen Wartenden davon Abstand, kleinere Stückzahlen zu verlangen – früher oder später braucht man die anderen doch!) Die Stecklötösen werden mit einer stabilen Flachzange bis zum Anschlag von der Isolierstoffseite aus in die vorgesehenen Löcher gedrückt. Prinzipiell könnten diese Bausteine auch wieder über 1-mm-Stecker angeschlossen werden, doch liegen manchmal auch einzelne Anschlüsse im Platteninnern.

1-W-Verstärkerbaustein LVB 2

Dieser Komplementärverstärker gibt bereits bei 0,1 mV Eingangsspannung an einen 8-Ω-Lautsprecher 50 mW ab und vermag bei entsprechend „harter" Quelle (die also den erforderlichen Spitzenstrom zu liefern imstande ist) bei 12 V Betriebsspannung etwa 1 W abzugeben. Er ist zum Teil noch mit

billig erhältlichen Germaniumtransistoren bestückt, was bezüglich der Endstufe genügend Sicherheit gegen Überlastung ergibt. Dieser Verstärker wurde erstmals in Bauplan Nr. 25 in einer leistungsfähigen Wechselsprechanlage eingesetzt. Aus diesem Bauplan sei die Beschreibung kurz wiederholt:
Das Eingangssignal ($\lesssim$ 1 mV) gelangt über C 1 an die Basis des Vorstufentransistors GC 101. Der nächste Transistor ist ein npn-Siliziumtyp (z.B. SC 206, SF 136 u.ä.). Infolge der vorgegebenen Polarität der Masseleitung liegt sein Emitter über einen Kondensator an Masse. In Serie dazu ist ein Widerstand vorgesehen, dessen Größe die Gegenkopplung des gesamten Verstärkers bestimmt (Rückführung des Ausgangssignals auf den Emitter von T 2). Man kann sie stufenlos bis auf 0 herab verringern, wenn an die auf der Leiterplatte dafür bestimmten Lötösen z.B. extern ein Potentiometer (50 oder 100 Ω) angeschlossen wird. Allerdings bringt das mit sinkendem Widerstand wachsende Verzerrungen. Das Stellpotentiometer zwischen Basis und Kollektor von T 2 ist für die symmetrische Aussteuerung des gesamten Verstärkers verantwortlich, denn von T 2 an ist er ja durchgehend galvanisch gekoppelt. Man stellt, wenn kein Oszillograf vorhanden ist, nach Instrument und in gewissem Maße auch nach Gehör ein. Die Betriebsspannung soll sich etwa zur Hälfte auf oberen und unteren Verstärkerzweig verteilen (Meßpunkt z.B. Kollektor von T 7). Der auf T 2 folgende GC 116 steuert den unteren, komplementär verknüpften Verstärkerzweig direkt und über D 1 sowie den Stellwiderstand R 13 den oberen Germanium-Darlington-Verstärker an, so daß zwischen der Basis des oberen und der des unteren Transistors die erforderliche Öffnungsspannung gegenüber dem „Mittelstrang" (jeweiliger Emitteranschluß) zustande kommt. Die Stellung von R 13 bestimmt den Ruhestrom des Verstärkers. Zu kleiner Ruhestrom führt infolge der erst durch das Signal geöffneten Transistoreingänge zu Übergangsverzerrungen, die sich besonders bei kleinen Amplituden bemerkbar machen.
Die einfache Schaltung zur Erzeugung der Basisvorspannung ergibt ein relativ unkompliziertes Leitungsmuster. Allerdings muß man beachten, daß R 13 nur in seinem untersten Bereich ausgenutzt werden kann, sonst steigt die Ruhestromaufnahme der Endstufe sehr schnell. Das Muster des Verstärkers konnte von 5 V Betriebsspannung an aufwärts mit nahezu gleichbleibender Kurventreue der Aussteuerung benutzt werden. Selbstverständlich waren bei 5 V Aussteuergrenze und Ausgangsleistung entsprechend niedriger als bei 12 V.
Die Art der Basisversorgung der Transistoren T 4 und T 5 bedingt, daß der Verstärker im Leerlauf nicht funktionieren kann, da die periodische Auf- und Entladung des Auskoppelkondensators (seine Ladung sichert bei geöffnetem oberem Transistor dessen Aussteuerung) ja nur über die abwechselnd (je nach Halbwelle) geöffneten Endstufentransistoren und den Lautsprecher erfolgt. Bei der KES 2 (s.o.) wurde eine in dieser Hinsicht bessere Lösung gewählt. Notfalls muß, wenn einmal ein Signal ohne Lautsprecher entnommen werden soll, ein Ersatzwiderstand von mindestens 8 Ω, jedoch nicht größer als 82 Ω, angeschlossen werden.
Die theoretisch erreichbare Ausgangsleistung eines solchen Verstärkers hängt linear vom Kehrwert des Ausgangswiderstands und quadratisch von der Betriebsspannung ab: $P_{amax} = \frac{U_B^2}{8Ra}$. Sie läßt sich allerdings u.a. infolge der gegenkoppelnden Emitterwiderstände, der Restspannungen der Transistoren und der nie hundertprozentig symmetrischen Aussteuerung nicht erreichen. Sehr wichtig ist dabei auch der Innenwiderstand der Speisespannungsquelle!
Soll der Verstärker an einer entsprechend „harten" Spannungsquelle betrieben werden, so sind gegebenenfalls die Kühlflächen der Endtransistoren zu vergrößern.
Zusammen mit dem handelsüblichen Netzteil SG6P/12 (P_{max} 2 W) ist das nicht erforderlich.
Unter diesen Bedingungen konnte der Baustein 35 mm × 80 mm klein gehalten werden, und für die Kühlung genügten die kleinen Kühlblechwinkel von „Amateurelektronik". Man befestigt sie am besten mit M3-Schrauben, so daß gleichzeitig die Kontaktierung von der Leiterseite her sichergestellt ist (Lötlack entfernen!).
Bei höheren Ansprüchen an die untere Grenzfrequenz kann an die entsprechenden Lötösen von außen ein größerer Kondensator angeschlossen werden.
Bild 21 bis Bild 24 zeigen Stromlaufplan, Leitungsmuster, Bestückungsplan und ein ausgeführtes Muster. Nochmals sei auf die ausführlichen Anwendungsinformationen in Bauplan Nr. 25 verwiesen.

Signalgeneratorbaustein SGB 1

Eine ähnliche Schaltung wurde in Bauplan Nr. 21 beschrieben, sie war dort allerdings in einem größeren Format aufgebaut. Es handelt sich um die Kombination von 2 Multivibratoren in der Weise, daß – je nach Einstellung – über den Ausgangstransistor an einen Lautsprecher eine 2- oder 3-Tonfolge periodisch abgegeben wird. Haupteinsatzfall ist der „elektronische Türsummer", dessen Tonfolge sich gut von Klingeln und Türgongs abhebt, also besonders in „hellhörigen" Neubauten zur Unterscheidung von der Signalanlage des Nachbarn nützlich sein kann.
Die Stromaufnahme der Schaltung liegt bei 4-V-Betrieb bei etwa 60 mA, wenn die angegebenen Bauelemente benutzt werden. Damit läßt sie sich überall, auch unabhängig vom Netzanschluß, einsetzen. Selbstverständlich kann sie aber auch mit einem Netzteil betrieben werden, wenn das über einen den Sicherheitsbestimmungen genügenden Schutztransformator geschieht. (Im einfachsten Fall wird der SGB 1 unter Vorschalten einer SY 200 statt der Hausklingel angeschlossen, aber U vorher überprüfen!) Der Stromkreis zur Batterie wird mit einem normalen Klingelknopf geschlossen.
Weitere mögliche Eingriffsstellen in der Schaltung lassen den Einsatz auch für andere Signalzwecke zu. Vom normalen Signal könnte ein solches Fremdsignal z. B. dadurch unterschieden werden, indem man mit einer 3. Leitungsader am entsprechenden Anschluß auf der Leiterplatte dafür sorgt, daß der entstehende Ton anderen Klangcharakter hat als das normale Signal. (Brücke „x–y" unterbrechen und z. B. Türkontakt in Form eines Mikrotaster-Umschalters einfügen, dann bei Türöffnung nur 1-Ton-Signal!) Auch ausgangsseitig ist die Anlage flexibel. Durch entsprechend verdrahtete Buchsen kann man beliebig einen Lautsprecher anschließen oder mehrere in Serie für einzelne Zimmer. Grundschaltung des Summers ist ein astabiler Multivibrator, der also mit einer von den Koppelkondensatoren und Basiswiderständen abhängigen Frequenz schwingt. Kollektor- und Basiswiderstand sind dadurch miteinander verknüpft, daß der Basiswiderstand noch so viel Basisstrom zulassen muß, daß im geöffneten Zustand nahezu die gesamte Batteriespannung über dem Kollektorwiderstand abfällt. Das bedeutet mit B = Stromverstärkung des Transistors $U_{Batt}/R_C \geqq B \cdot I_B$. I_B aber ergibt sich aus $I_B = \frac{U_{Batt} - U_{BE}}{R_B}$. U_B liegt für Siliziumtransistoren bei etwa 0,7 V. Aus Platzgründen kann die Arbeitsweise des Multivibrators nicht näher erläutert werden (s. ggf. in Bauplan Nr. 21).
An jedem Kollektor läßt sich die Schwingung abnehmen. Der „Lastwiderstand" muß aber so hoch liegen, daß die Spannungsteilung mit dem Kollektorwiderstand den Multivibrator noch nicht aussetzen läßt. Man braucht also für das Signal eine Verstärkerstufe, bevor man es z. B. einem Lautsprecher zuführen kann – wenn es im Tonfrequenzbereich liegt.
Endstufe und Lautsprecher wurden direkt angekoppelt. Lautstärke und Klangcharakter lassen sich am Basisvorwiderstand von T 5 in bestimmten Grenzen variieren. Der feste Teil des Vorwiderstands und der Spannungsabfall über dem im Emitterzweig liegenden Lautsprecher (was einen für die Ankopplung günstigen höheren Eingangswiderstand von T 5 ergibt) begrenzen den möglichen Maximalstrom. Daher braucht man dieser z. B. vom Lautsprecherhersteller nicht gern gesehenen Betriebsart angesichts des kleinen Stroms keine Bedenken entgegenzubringen. Es empfiehlt sich ohnehin, für den Lautsprecher ein ausrangiertes oder im Ausverkauf billig erworbenes Modell mit möglichst großer Membran zu benutzen; seine Wiedergabetreue spielt für unseren Anwendungsfall keine Rolle.
Die Gesamtschaltung enthält noch einen 2. Multivibrator, der zunächst mindestens erreicht, daß sich die Tonhöhe des 1. Multivibrators periodisch zwischen 2 Frequenzen ändert. Zu diesem Zweck arbeitet der mit T 3 und T 4 bestückte Multivibrator auf einer Frequenz, die etwas oberhalb von 1 Hz liegt. Dem Basiswiderstand von T 1 im 1. Multivibrator wurde ein 2. zugefügt, der aber nicht nach Plus, sondern zum Kollektor von T 3 führt. Immer dann, wenn T 3 sperrt, schaltet er diesen Widerstand ebenfalls an Plus, und C 1 lädt sich schneller auf. Das bedeutet für den 1. Multivibrator eine höhere Frequenz, bis T 1 im Rhythmus seiner (langsamen) Schwingung wieder geöffnet ist. Dann wiederum kommt sogar eine Stromteilung über diesen Widerstand nach Masse zustande. Praktisch wurde, wie sich bereits aus der Gesamtschaltung erkennen läßt, für diese beiden Widerstände ein Potentiometer von 1 MΩ eingesetzt, dessen oberer Zweig dem ursprünglichen und dessen unterer Zweig dem eben besprochenen Widerstand entspricht. Außerdem wurde zwischen beiden Multivibratoren eine weitere Verkopplung eingeführt. Als Ergebnis erhält man beim Variieren von R 3 (dem 1-MΩ-Potentiometer) in einem bestimmten Bereich eine periodische Folge von 3 Tönen, deren Klangcharakter noch durch

Variieren von C 1, C 2 und R 4 verändert werden kann. Die Geschwindigkeit dieser Tonfolge läßt sich durch Verändern der frequenzbestimmenden Elemente im unteren Multivibrator beeinflussen. Dabei ist stets zu bedenken, daß die eingangs genannten Bedingungen eingehalten werden müssen; es sind also bei anderen als den Stromverstärkungswerten des Musters auch andere Widerstandswerte erforderlich. So konnte in einem der Exemplare R 8 entfallen, und R 9 wurde auf 10 kΩ reduziert. Dadurch ergab sich die gewünschte schnellere Tonfolge.
Die Gesamtschaltung zeigt noch 2 größere Kapazitäten, die nicht unmittelbar zur Schwingschaltung gehören. C 5 ist notwendig, damit eine saubere Tonfolge zustande kommt, denn dieser Kondensator bewirkt einen genügend kleinen Innenwiderstand der Stromquelle (die selbst in Form von 2 RZP2-Taschenlampenakkumulatoren günstig gewählt wurde). C 6 erscheint zunächst nicht unbedingt nötig, wenn nur ein einfacher Klingelknopf als Geber angeschlossen wird. Die Anlage soll jedoch z. B. auch von einem elektronischen Einschalter (s. Bauplan Nr. 21) automatisch ausgelöst werden können. (Auch Anschluß an SWS 1 oder SUS 1 ist möglich – ggf. Schutzwiderstand von etwa 10 Ω vor Schalterausgang gegen elkobedingten Einschaltstoß vorsehen). Der Ausgang dieser Schalter besteht aber aus der Kollektor-Emitter-Strecke eines Transistors und hat daher einen nicht zu vernachlässigenden Innenwiderstand. Dadurch verändert sich ebenfalls das erzeugte Tongemisch ungünstig. C 6 verhindert diesen Effekt. Der einzige Nachteil von C 6 besteht in dem ständig fließenden Reststrom des Elektrolytkondensators, doch liegt dieser bei ständigem Anschluß so niedrig, daß er für die Lebensdauer der Batterie keine Rolle spielt. Auch zu diesem Baustein wurden die Informationen in Form von Stromlaufplan, Leitungsmuster, Bestückungsplan und einem Baumuster zusammengefaßt (Bild 25 bis Bild 28).

Stereo-Kopfhörerverstärker SKV 1

Stereo-Plattenspieler ohne eigenen Endverstärker sind weitverbreitet. Dazu zählen vor allem Typen mit Kristalltonabnehmer (Ausgangsimpedanz einige hundert Kiloohm, Ausgangsspannung in der Größenordnung von 1 V); später kamen auch „magnetische" Tonabnehmer hinzu, die einen Entzerrerverstärker zur Frequenzgangkorrektur und zur Anpassung an den Eingang von NF-Stereoverstärkern haben. Ein NF-Stereoverstärker bedeutet jedoch einerseits eine relativ große „Investition", andererseits hat sich auch gezeigt, daß z. B. über Stereokopfhörer wiedergegebene Stereoschallplatten ein besonderes Klangerlebnis vermitteln, noch dazu ohne Störung der Umwelt. (Auch an Stereo-Rundfunktunerbausteine, z. B. REMA 830, kann der SKV 1 direkt angeschlossen werden!) Ein dafür nötiger Stereo-Kopfhörerverstärker muß vor allem Impedanzwandler sein. Allerdings wird der Ausgangswiderstand des Tonabnehmers nicht einfach an die meist 400 Ω Kopfhörer-Impedanz (Stereohörer DK 66) angepaßt. Der Verstärker soll vielmehr einen möglichst kleinen Ausgangswiderstand haben, damit Eigenresonanzstellen des Hörers genügend bedämpft werden und damit es auch bei Bedarf möglich ist, weitere Hörer parallelzuschalten. Eisenlose Komplementärendstufen erfüllen diese Bedingungen gut, wenn man sie eingangsseitig entsprechend hochohmig auslegt (Vorwiderstand). Als weitere Bedingung, die durch Wahl von Transistoren möglichst nahe beieinanderliegender Daten und durch eine geeignete Schaltung zu erfüllen ist, kommt die Forderung nach etwa gleicher Verstärkung für beide „Kanäle" hinzu. Aus der Grundschaltung der „KES"-Typenreihe wurde daher der Verstärker nach Bild 29 entwickelt. Außerhalb der Leiterplatte sind die im Bild enthaltenen Potentiometer für Lautstärke (500 kΩ log., Tandem) und für „Balance" (100 kΩ lin.) anzubringen, ebenso die Buchsen für Ein- und Ausgang sowie Batterie und Schalter. Es genügen 4 V; der Ruhestrom jedes Zweiges wird dabei an R 7 (14) auf etwa 2 mA eingestellt. Die Größe von C 3 und C 8 bestimmt das Verhalten des Verstärkers bei hohen Frequenzen. Die Kondensatoren von etwa 220 pF am Tandempotentiometer werden direkt angelötet. Gleichberechtigt sind C 5 und C 6 – es genügt einer von beiden. Bild 30 bis Bild 32 enthalten die übrigen Informationen zum Baustein.

Selektiver NF-Schalter SNS 1

Selektive NF-Schalter werden nicht nur in der Fernsteuertechnik benötigt. Der im folgenden beschriebene dient anderen Zwecken. 2 Haupteinsatzgebiete sind sogenannte elektronische Schlösser (vgl. Bauplan 24) und der Anschluß an Magnetbandgeräte zum frequenzselektiven Schalten beliebiger

Vorgänge. Das wird im folgenden beschrieben. Der SNS 1 wurde speziell auch in Verbindung mit Kassetten-Mono-Geräten erprobt, da diese heute weitverbreitet sind. Durch den SNS 1 ist es möglich, sogar in ein bereits aufgenommenes Programm Kenntöne „einzubetten", die vom SNS 1 in Stellung „Aufnahme" des Magnetbandgeräts erzeugt werden. In Stellung „Wiedergabe" reagiert er dann auf diese Töne mit dem Auslösen eines Schaltvorgangs an seinem Ausgang. Die vorliegende Konzeption – bisher erfolgreich an den Typen „Sonett" (KT 300) und MK 25 erprobt – braucht in diesen Fällen selbst keinen Umschalter.
Ein großes Problem bei solchen Schaltern besteht darin, das Ansprechen auf Störfrequenzen zu verhindern. LC-Kreise neigen bekanntlich dazu, z.B. von Subharmonischen ihrer Resonanzfrequenz angeregt zu werden. Im SNS 1 wurden gegen dieses unerwünschte Verhalten besondere Maßnahmen getroffen, angepaßt an Pegel und Frequenzbereich von Kassettengeräten.
Ausgangspunkt war die Schaltung in Bauplan Nr. 24. Sie ließ sich jedoch mit geringem Zeitaufwand nur mit Tongenerator und Oszillografen abgleichen. Daher wurde auf den LC-Kreis schließlich ganz verzichtet. Der SNS 1 enthält lediglich ein aktives RC-Filter, das nur an 2 Potentiometern in weiten Grenzen abgeglichen werden kann. Wann die richtige Einstellung erreicht ist, das zeigt die Schaltung selbst an. Bei Wechsel der frequenzbestimmenden Kondensatoren ließ sich vom Muster ein Ansprechbereich von etwa 2 kHz bis 10 kHz überstreichen, doch empfiehlt es sich wegen der Eigenschaften der z.Z. erhältlichen Kassettengeräte, einen Sicherheitsabstand zur angegebenen Grenzfrequenz einzuhalten. Beim „Sonett" z.B. sind 8 kHz eine solche sichere höchste Signalfrequenz und beim MK 25 7 kHz – zumindest war das an den benutzten Mustergeräten der Fall. Bei der „ATA-Kassette" sollte man nicht über 5 kHz gehen. Als Richtwerte für einige markante Frequenzen, die sich mit Standardkapazitätswerten erreichen lassen, seien die folgenden genannt: $C_s = 4{,}7\,nF$, $C_Q = 47\,nF$, $C_{Ph} = 22\,nF$ bis $47\,nF: f \approx 7\,kHz$; $C_s = 10\,nF$, $C_Q = 0{,}1\,\mu F$, $C_{Ph} = 47\,nF: f \approx 3{,}3\,kHz$; $C_s = 15\,nF$ (4,7 nF//10 nF), $C_Q = 0{,}15\,\mu F$ (0,1 µF//47 nF); $C_{Ph} = 47\,nF: f \approx 1{,}9\,kHz$.
Weiterhin muß man berücksichtigen, daß der SNS 1 aus Platzgründen (als in sich abgeschlossene Einheit auf 35 mm × 80 mm) nicht temperaturkompensiert ist. Im allgemeinen wird man ihn aber auch nur bei Zimmertemperaturen einsetzen. Als Betriebsspannung empfiehlt sich eine z.B. mit Z-Diode stabilisierte oder aus 6 RZP2 gewonnene Spannung von 12 V. Das erspart Eingriffe in das Kassettengerät und besondere Maßnahmen in der Schaltung. Statt des Relais NSF 30.1–12 läßt sich auch z.B. ein GBR 111 für 12 V oder ein ähnlicher Typ verwenden, bzw. man kann sogar statt dessen z.B. eine elektronische Auswerteschaltung als „Subbaustein" aufsetzen. Der frequenzselektive Teil enthält 2 Transistoren, die mit einem unsymmetrischen RC-Filter gegengekoppelt sind. Es handelt sich dabei um eine Anregung aus „Electronic Engineering", June 1967, S. 384ff. Als Vorzug dieser Schaltung wurde der mögliche große Abstimmbereich bei nahezu konstanter Güte angegeben, wobei nur 1 Bauelement zu verändern ist (einer der Serienwiderstände, s. Stromlaufplan). Zwischen den angegebenen Standard-C-Werten besteht damit die Möglichkeit, durch Einbau eines anderen als des angegebenen Widerstands (maximal bis 50% höher) Zwischenwerte der Frequenz zu erhalten (eventuell sogar Außenanschluß eines Potentiometers für Spezialfälle). Für den vorliegenden Einsatzbereich und aus Platzgründen wurde dafür kein Stellwiderstand vorgesehen. Der Verstärker erhielt gegenüber der Literaturangabe noch ein Stellglied zur Phasenschiebung. Durch dieses Stellglied wird die Schaltung für ihre Generatorfunktion vorbereitet (s. Abgleichhinweise). Für jede andere als die Resonanzfrequenz wird der Verstärker mehr oder weniger stark gegengekoppelt. Bei der von seinen sämtlichen frequenzabhängigen Elementen abhängigen Resonanzfrequenz dagegen verringert sich die Gegenkopplung erheblich. Es entsteht eine für den angestrebten Zweck im allgemeinen ausreichende Resonanzkurve, so daß die Schaltung nur auf einen schmalen Bereich um diese Frequenz herum anspricht ($Q \gtrsim 10$). Das Eingangspotentiometer ist daher so einzustellen, daß ein mit dieser Frequenz bespieltes Band den abgeglichenen SNS 1 gerade mit Sicherheit ansprechen läßt, während ein Musik- oder Sprachprogramm keine solche Wirkung bringt. Je nach Charakter des Programms kann gegebenenfalls eine andere Frequenz die störsicherste sein. (Für Fälle, die 100% Sicherheit verlangen, Band vorher bei angeschlossenem SNS 1 „durchfahren" – ohne Kenntöne darf kein Ansprechen erfolgen!)
Für Anwendungen als elektronisches Schloß im Sinne von Bauplan Nr. 24 enthält der Eingang noch einen Diodenbegrenzer. Zwischen Eingangspotentiometer und Eingriffsstelle der Gegenkopplung ist ein Entkopplungswiderstand von 100 kΩ vorgesehen. Das Ansprechverhalten des SNS 1 ist damit vom Innenwiderstand der Quelle unabhängig. Diesen Innenwiderstand nutzt man aber für den schalterlosen Betrieb des SNS 1 sowohl als Selektivschalter wie (in umgekehrter Richtung) als Kenntonerzeuger aus. Für die Kenntonerzeugung wird der Verstärker vom Kollektor des 2. Transistors her auf den Eingang einstellbar rückgekoppelt. Nach entsprechendem Abgleich am vorgesehenen Kassettengerät erfolgt Selbsterregung aber nur bei gedrückter Aufnahmetaste; erst dann ist die Belastung des Eingangs des SNS 1 durch den Innenwiderstand des Bandgeräteausgangs aufgehoben. Der Kennton wird an einen getrennten Spannungsteiler 33 : 1 vom Kollektor des 2. Transistors abgenommen und dem Eingang des Kassettengeräts zugeführt. Dieser Pegel liegt bei $U_{SS} \approx 100\,mV$, einem empirisch ermittelten günstigsten Wert. Der Kennton hat sinusförmigen Verlauf.

Bei Stellung „Wiedergabe" wird die Sollfrequenz im selektiven Verstärker so weit verstärkt, daß diese Amplitude den angeschlossenen 2stufigen Schaltverstärker genügend weit aussteuert. Eine gewisse Sicherheit gegen kürzere Störungen im Ansprechfrequenzbereich bietet die Verzögerungsschaltung. Ihre Wirksamkeit kann bei Bedarf (in kritischen Fällen) wesentlich erhöht werden, wenn der zur Basis des 4. Transistors parallelliegende Kondensator von außen periodisch etwa im Rhythmus von 1,5 s (Zeit bezüglich Ansprechen auf Solltondauer empirisch optimieren!) entladen wird (s. Lötöse an der Basis des Schalttransistors!). Dazu könnte z.B. ein entsprechend modifizierter UMV 1 dienen (die Entladestufe muß genügend unter 0,7 V entladen!).
Je nach Einsatzfall wird das Relais ohne oder mit Selbsthaltung betrieben. Im ersten Fall erfolgt jeweils nur Ansprechen für die Dauer des Kenntons. Ist dieser z.B. in ein Musikband eingebettet, so sind das weniger als 2 s. Man kann in solchen Fällen aber statt des Relais (oder hinter ihm) einen als monostabilen Multivibrator geschalteten UMV 1 einsetzen oder einen bistabil geschalteten UMV 1 bzw. den SUS 1 als Umschalter statt des 3. und 4. Transistors an den Ausgang des 2. anschließen und mit jedem 2. Kennton den alten Zustand wiederherstellen. Außerdem lassen sich auch durch Anschluß einer mehrgliedrigen UMV 1-Zählschaltung Effekte nach einer beliebigen Anzahl von Impulsen schalten. Das sind nur einige der Möglichkeiten.
Im zweiten Fall würde das Relais auf einen Ton mit Daueranzug bis zum Löschen z.B. durch Abschalten der Betriebsspannung reagieren. Das ergibt eine Einsatzmöglichkeit zum automatischen Abschalten des Kassettengeräts bei Erreichen des Bandendes (Schonung der mechanischen Teile und ggf. der Batterie!), wenn vorher das Bandende mit dem Kennton markiert wurde. (Leider läßt sich das nicht auch umgekehrt beim Bespielen von Kassetten nutzen, da ja nur ein Kombikopf vorhanden ist.)
Neben dem Einschalten von Effekten innerhalb eines Musikbandes, das man nachträglich an den gewünschten Stellen mit Kenntönen versehen hat, und dem Einsatz für automatisch schaltende Dia-Vortragskassetten kann der SNS 1 auch zum Wiederfinden bestimmter Bandstellen im „Stummbetrieb" dienen, wenn diese mit Kenntönen markiert wurden. Das schont das Gerät, weil dann nur noch grob in die Nähe dieser Stelle gefahren werden muß (Skale an der Kassette).
Durch Wahl unterschiedlicher Frequenzen (in solchen Fällen, wenn sie oft auftreten, am besten die Kondensatoren auf einen Umschalter außerhalb des SNS 1 setzen) lassen sich dann auch mehrere dicht benachbarte Stellen aufsuchen. Der Einsatz von 2 SNS 1 schließlich bietet einerseits eine weitere Art des „Wechselschaltens", wenn man ihre Ausgänge für die beabsichtigte Wirkung verknüpft (1. SNS 1 schaltet z.B. den Lichteffekt o.ä. bei „Partybetrieb" ein, 2. SNS 1 löscht ihn wieder bei Eintreffen des nächsten Kenntons). Die Verwendung von 2 SNS 1 unterschiedlicher Festfrequenz garantiert andererseits für kritische Einsatzfälle auch eine hohe Störsicherheit. Man läßt z.B. die beiden Kennfrequenzen dicht aufeinanderfolgen und verzögert den 1. SNS 1 etwas im Abfall, bzw. es werden beide Kenntöne gleichzeitig gespeichert und damit auch abgespielt.
Bei Abgleich des SNS 1 geht man für eine bestimmte, von den Kapazitäten und den Filterwiderständen festgelegte Frequenz wie folgt vor: 12 V anlegen, Eingangspotentiometer auf etwa 1/3 von 0 einstellen, Kassettengerät (KT 300; MK 25) anschließen und nur die rote Taste drücken, 1-MΩ-Stellwiderstand auf Maximum, 2,5-kΩ-Stellwiderstand von Minimalwert her verstellen, bis Relais anzieht bzw. in einem provisorisch an den Aufspielausgang des SNS 1 angeschlossenen Hörer ein reiner Ton zu hören ist. Stellwiderstand wieder etwas zurücknehmen, so daß Relais abfällt bzw. Ton verschwindet. 1-MΩ-Stellwiderstand so weit verringern, bis Ton erneut zu hören ist bzw. Relais anzieht. Etwas weiterdrehen (Ansprechsicherheit). Rote Taste auslösen. Ton muß verschwinden bzw. Relais muß abfallen. Probeaufnahme (s.u.) herstellen und abspielen. Bei eventuell nötigen Korrekturen am Eingangspotentiometer Abgleich wiederholen. Damit ist die Baugruppe abgeglichen. Bei Kenn-ton-

eingabe z. B. im Musikband zunächst bei schon angeschlossenem SNS 1 (KT 300) bzw. (bei MK 25) vorerst gezogenem Stecker (stets Überspielbuchse!) gewünschte Stelle durch Abspielen suchen, dann Gerät abschalten. Am besten geschieht das beim KT 300 bei entfernter Batterie über den Netzschalter, MK 25 kann mit Wiedergabetaste geschaltet werden. Beim KT 300 jetzt rote Taste und Wiedergabetaste drücken, Gerät für etwa 2 s einschalten (bei zu kurzen Zeiten infolge Bandanlauf keine sichere Funktion!), wieder abschalten. Kennton ist gespeichert. Nächste Stelle suchen usw. Bei MK 25 nach Auffinden der Stelle abschalten, rote Taste drücken, zusätzlich für etwa 2 s Wiedergabetaste. Beide wieder auslösen, mit Wiedergabetaste nächste Stelle suchen usw. Bei Wiedergabe mit angeschlossenem SNS 1 ist bei MK 25 „Verteiler“ mit Diodenbuchsen nötig, damit Programm über Überspielkabel z. B. im anzuschließenden Rundfunkgerät wiedergegeben wird, während im parallel angeschlossenen SNS 1 die Auswertung erfolgt. Bild 33 bis Bild 36 geben die zum SNS 1 erforderlichen Informationen. Die Relaiskontakte können direkt beschaltet werden; nur für einen der Umschalter des Relais sind Lötaugen vorgesehen.

Gleichspannungs-Stabilisatorbaustein GSB 1

Innerhalb des Systems „Amateurelektronik“ werden (außer vielleicht für den SNS 1) keine besonderen Stabilisierungsforderungen an die Stromversorgung gestellt. Bei Experimenten wünscht man sich jedoch eine einstellbare Spannung im Bereich der Bausteinspannungen, z. B. für Grenzwertuntersuchungen. Außerdem ist für Experimente mit UMV 1-Verknüpfungen eine definierte Spannung nützlich. Innerhalb des Formats 35 mm × 80 mm kann ein Germanium-Leistungstransistor etwa vom Typ GD 160 oder GD 240 bei Zimmertemperatur mit etwa 2 W belastet werden, wenn er auf einer Kühlfläche 35 mm × 80 mm mit um 10 mm hochgebogenen zusätzlichen Schenkeln untergebracht wird. Eine solche Kühlfläche ist leicht herzustellen, daher wurde sie nicht in das System aufgenommen. Man kann sie z. B. an Abstandssäulen auf der Leiterplatte oder auch – einfacher – mit 1-mm-Cu-Draht gemäß Bild 38b befestigen (daher wurden die Befestigungslöcher herstellerseits nur 1 mm klein gehalten und mit Cu-Folieinseln umgeben!).
Die Spannungsquelle, mit der eine solche stabilisierte Stromversorgungseinheit gespeist wird, stellt der fortgeschrittene Amateur entsprechend den folgenden weiteren Angaben aus einem Schutztransformator, aus Gleichrichtern und Kondensatoren selbst her, wenn er die Sicherheitsvorschriften für Netzbetrieb kennt. Dem Anfänger sei dagegen zu dem schon in Bauplan Nr. 25 empfohlenen Verfahren geraten, nämlich zu einem handelsüblichen 12-V-Netzteil. Als Beispiel dient das SG6P für 12 V, zu dem die nötigen Informationen bereits in Bauplan Nr. 25 gegeben wurden. Hauptsächlich interessiert dabei die Begrenzung der Ausgangsleistung dieses Netzteils auf etwa 2 W, so daß die Regelteilschaltung in diesem Fall ohne Kurzschlußsicherung auskommt. Eigenbaunetzteile sind entsprechend auszulegen, falls auf die elektronische Sicherung des GSB 1 verzichtet werden soll. Die aus diesem 12-V-Netzteil und dem nachgeschalteten Regelteil auf der GSB 1-Leiterplatte bestehende Stromversorgung liefert also einmal eine im SG6P mit Z-Diode auf 12 V stabilisierte Spannung bis zu einem Strom von 150 mA, während dem GSB 1 etwa 1 bis 10 V einstellbar entnommen werden können, bei kleineren Spannungen auch mit höherem Strom, soweit das der Innenwiderstand des SG6P zuläßt ($I_{max} \approx 280$ mA). Bei Überlastung geht lediglich die Ausgangsspannung zurück, ohne daß etwas zerstört wird. Über diesen speziellen Anwendungsfall hinaus, bei dem eine Siliziumdiode in Durchlaßrichtung – s. gestrichelt in Bild 37 – als (allerdings temperaturabhängige) Referenzspannungsquelle statt der im Bild 37 dargestellten Z-Diode dient, kann der GSB 1 jedoch auch als Konstantspannungsquelle mit Z-Diode als Referenzspannungserzeuger benutzt werden. Er läßt sich mit einer einstellbaren elektronischen Sicherung bestücken und hat Anschlüsse für die Bauelemente eines Stromgenerators, der die Eigenschaften des GSB 1 bei stark schwankender Eingangsspannung verbessert. Damit kann die Eingangsspannung aus einer einfachen Gleichrichterschaltung hinter einem Transformator stammen. Die volle mögliche Schaltung geht aus Bild 37 hervor. Bild 38 zeigt den für die aufwendigste Variante nach Bild 37 ausgelegten Bestückungsplan, Bild 39 das Leitungsmuster und Bild 40 ein Muster. Benutzt man die Platte ohne Leistungstransistor, so können nur entsprechend kleinere Ströme entnommen werden, dafür ist der Platzbedarf geringer. Für diesen Einsatzfall sind die Lötösen „b“ und „e“ zu überbrücken.
Bei Einsatz der elektronischen Sicherung mit bistabilem Verhalten ist eine außen angeschlossene

Starttaste notwendig (s. Bild 37); bei Wegfall von R 16 ergibt sich dagegen eine Strombegrenzer-Schaltung, die nach Aufheben des Kurzschlusses selbst wieder die volle Ausgangsspannung liefert. Dabei wird aber T 7 mit dem Produkt aus eingestelltem I_{max} und U_{ein} belastet, daher die Kühlflächen evtl. vergrößern. Sowohl Stellpotentiometer der Sicherung als auch Stellpotentiometer für die Ausgangsspannung können außerhalb angebracht werden. Der GSB 1 ist damit ein sehr anpassungsfähiger Baustein.

3. Die neuen Plastteile

3.1. Ausgangspunkt: Wandplatte, Frontplatte und Schiene

Bisher gehörten zum System „Amateurelektronik“ 3 kleine Gehäuseelemente (1970 entwickelt): eine Wandplatte (33 mm × 55 mm), eine Frontplatte (41 mm × 63 mm) und eine Trägerschiene (165 mm lang). Sie lassen sich zu Gehäusen bis zu einer Länge von 165 mm lösbar zusammensetzen; die Längenquantelung wird durch die Wandelemente bestimmt. Da die Wandplatten oben und unten in Längs-, seitlich aber in Querrichtung eingesetzt werden, geschieht das Anpassen der jeweils nicht die Quantelung bestimmenden Seiten durch Sägen. Beispiel: Ist das Gehäuse 2 × 33 mm tief, so bedeutet das seitlich je 2 Wandelemente hochkant, während vom 2. Wandelement für Decke und Boden jeweils 2 × 55 – 2 × 33 = 44 mm abzusägen sind. Das abgesägte Stück ist so zu drehen, daß die für die Frontplatte vorgesehene Fuge nach außen zeigt (Bild 41). Die Innenabmessungen sowie die Rippe am Wandelement waren auf den ursprünglichen Einsatzfall abgestimmt, nämlich optimale Unterbringung eines auf einem Rahmen aus Trägerstreifen 1 und 2 aufgebauten Einschubs mit steckbaren Bausteinen und unter den Rahmen geknöpftem Batterieteil, ebenfalls aus Plastteilen des Systems. Die trotz dieser Einschränkungen bereits möglichen Variationen sind teilweise in Bauplan Nr. 19 („Amateurelektronik-Geräte“, Deutscher Militärverlag, Berlin 1971) enthalten. (Abschnitt 4. bringt ein Beispiel für den Einsatz dieser selbstverständlich weiterhin im Angebot bleibenden Teile.)
Dennoch blieb die schon von der recht kleinen „Frontplatte“ dieses „in die Tiefe gehenden“ Gehäusespektrums gegebene Formatbegrenzung ein Nachteil für den Anwender, der nicht nur ausschließlich im System entwickeln und bauen wollte. Ihr Haupteinsatzgebiet dürften solche „systemreinen“ Objekte in Arbeitsgemeinschaften haben sowie bei kleinen Geräten, die z. B. mit der z. Z. größten Systemleiterplatte (35 mm × 80 mm) auskommen.

3.2. Großplatten: Neuentwicklungen 1973

Von der gegebenen Quantelung her wurden entsprechend dem großen Bedürfnis nach geräumigeren Gehäusen 2 neue Großelemente entwickelt, die ebenfalls wieder eine Wand- und eine Frontplatte bilden. Während jedoch mit den bisherigen Elementen (die selbstverständlich weiterhin im Angebot bleiben) meist mehrere Wandplatten zu einem Gehäuse montiert werden, sind die beiden neuen Teile vom Anwender nach Bedarf für kleinere Einheiten zu teilen. Dafür genügt eine Laubsäge; die entsprechenden Sägelinien sind auf den Teilen angebracht. Abgesehen von rein herstellungstechnischen Überlegungen, die die eingesetzte Materialmenge und die Konturgestaltung bestimmten, wurden die beiden neuen Platten mit dem Ziel einer weitgehenden „Kompatibilität“ zum bisherigen Programm entworfen. Das führte zu einer größten Kantenlänge des Wandelements von 165 mm, so daß die bisherige Trägerschiene wiederum zum Zusammenfügen der Kanten eingesetzt werden kann. Gleichzeitig hat diese Platte damit die Länge von 5 der bisherigen kleinen Wandelemente, mit den längeren Kanten aneinandergelegt. Ihre Breite von 99 mm entspricht 3 Wandelementen, in gleicher Weise angeordnet. 165 mm bedeutet aber auch 3 Wandelemente hintereinander (kürzere Kanten aneinandergefügt). Das sichert also sowohl in Gebrauchslage „Tiefe = 165 mm“ als auch in Gebrauchslage „Tiefe = 99 mm“ den wahlweisen (d. h. kombinierten) Einsatz von älteren und neuen Teilen. Das kann montagetechnisch von Nutzen sein, denn die älteren Wandelemente sind steckbar, während sich die neuen nur durch Zusammenkleben mit den Trägerschienen verbinden lassen. Die Frontplatte (identisch: Rückseite) kann infolge ihrer erhabenen Rippen bei maßhaltiger Montage des

Gehäuses zunächst ohne Verbindungsmittel eingesetzt werden, hält aber ohne weitere Maßnahmen (z. B. lösbar verstiften oder anschrauben bzw. am Einschub ankleben) nur in den Fugen der älteren Wandelemente genügend fest. Diese neue Frontplatte hat entsprechend der Gehäusekonstruktion (Bild 42) eine um 2 × 4 mm größere Länge als das Wandelement, also 173 mm. Ihre Breite entspricht der Höhe der älteren Frontplatte, nämlich 63 mm (55 mm + 2 × 4 mm, wobei 55 mm wieder die Höhe des älteren Wandelements ist).
Die Wandplatte trägt eine umlaufende „Stufe", die der Trägerschiene angepaßt wurde. Außerdem ragen aus der späteren Innenseite Versteifungsrippen, die einem Verziehen der Platte nach dem Spritzen entgegenwirken sollen. Innerhalb der Platte wurden noch einige vertiefte Streifen vorgesehen, die nach dem Zersägen wieder eine trägerschienengerechte Randkontur sicherstellen. Die Sägelinienmarkierungen innerhalb dieser vertieften Zonen sollen die Herstellung kleinerer Teilformate erleichtern. Sie ersparen Anreißen, doch ist vor dem Sägen zu berücksichtigen, ob auch das „Abfallstück" nochmals voll genutzt werden soll.
Aus Wandelement und Frontplatte entsteht zunächst die Ausgangsgröße der möglichen Gehäuse als deren größter Vertreter (Bild 43). Beide werden je 2× unverändert eingesetzt (Decke, Boden, Vorderwand, Rückwand) und mit den Trägerschienen durch Plastkleber verbunden. Für die Seitenwände benutzt man entweder je 3 zwischen die Schienen hochkant eingeschobene Wandelemente des bisherigen Angebots oder je ein Teilstück des neuen Wandelements. Im ersten Fall entsteht dadurch aber noch eine gewisse Unstabilität nach oben und unten hin, da Deck- und Bodenplatte höchstens durch die angeklebte Rückwand zusammengehalten werden. Gehäusemontagen dieser Art sollte man daher z. B. durch je eine in der Nähe der Vorderwand mit oberer und unterer Wandplatte verbundene Säule (Trägerschienen- oder Gleitelementstück, eingeklebt) zusammenhalten (Bild 44), wenn die seitlichen Wandelemente lösbar bleiben sollen. Diese Säulen bestimmen dabei die lichte Weite für den Einschub. Zweckmäßiger erscheint es aber, entweder auch die älteren Wandelemente mit einzukleben oder aus ökonomischen Gründen von einer der neuen Wandplatten 2 billige Seitenteile von 55 mm Breite abzusägen, am besten von beiden Seiten des insgesamt 3 × 55 mm langen Wandelements. Dem Mittelstück fehlt dann 2× Sägebreite an 55 mm; seine Weiterverwendung als Wandteil der Nennbreite 55 mm bedingt entweder breite Klebefugen oder von vornherein eine Dreiteilung der Platte unter Verteilung des Untermaßes auf alle 3 Teilstücke (je schmaler die Säge und je genauer man sägt, um so geringer die Toleranzen).
In Bild 45 wird eine Möglichkeit angedeutet, auch dann beim Kleben maßgerecht zu bleiben: Verwendet werden die mittleren Stücke zweier Trägerschienen, während man auf ihre Endstücke 2 der älteren Wandelemente schiebt, die beim Kleben der Wandteile den richtigen Abstand halten.
Werden für die Seitenteile nicht 3 Wandelemente im Hochformat, sondern $1^{4}/_{5}$ mit den Schmalseiten aneinandergereiht, so entsteht ein Gehäuse mit Seitenwänden von 33 mm × 99 mm, also statt 55 + 2 × 4 mm jetzt nur 33 + 2 × 4 mm hoch. Auch solche Wandteile lassen sich von der neuen Wandplatte absägen und einkleben. Die Frontplatte trägt in entsprechender Höhe eine zusätzliche Rippe, kann also durch Sägen längs der markierten Linie in eine „Flachgehäusefrontplatte" umgewandelt werden.
Sowohl Wandteil als auch Frontplatte lassen sich etwa auf 2/3 ihrer Länge (genau 2/3 von 165 bzw. – an Wandteil angepaßt – etwas weniger als 2/3 von 173) teilen. Dadurch entstehen Gehäuse mit einer Frontplatte von 63 mm × 118 mm bzw. (beim Flachformat) von 41 mm × 118 mm. Ihre Seitenteile können ebenfalls wieder in beschriebener Weise aus älteren Wandelementen oder abgesägten großen Wandelementen bestehen. (Bei der Teilung von Wandelementen muß der in der „Klebestufe" stehengebliebene Rest der Versteifungsfuge mit dem Messer entfernt werden, s. Bild 46). In der Tiefe kann man statt 99 mm (also volles Plattenformat) außer 66 mm auch noch 55 mm oder – in Spezialfällen – 33 mm wählen, wieder entsprechend den bisherigen Wandelementen. Sie können dann wiederum sinngemäß statt entsprechend groß abgesägter Teile der neuen Wandplatte mitbenutzt werden. Schließlich besteht noch die Möglichkeit, auch in der Gehäusebreite 1/3 × 165 zuzulassen. So ergeben die bisher dargestellten Teilungen eine große Anzahl von Varianten. Von ihnen wurden allerdings in der Gestaltung von Rippen und Stufen nicht alle berücksichtigt, so daß sich eine sinnvolle Beschränkung ergibt.

Neben dieser „A"- und der „B"-Reihe („B": Flachformat) ist es jedoch außerdem möglich, die schmalere Kante (99 mm) des großen Wandelements als Frontseitenkante anzusehen. So entstehen Gehäuse mit einer größeren Tiefenausdehnung („C"- und „D"-Reihe; „D": Flachformat). Die zugehörige Frontplatte von (73 oder 41) mm × (99 + 2 × 4) mm wird von der gegebenen Frontplatte abgesägt; weitere Rippen für dieses Format sind bereits vorgesehen. Die Trägerschiene wird bei den beiden tiefsten dieser Gehäuse in ihrer vollen Länge von 165 mm eingesetzt.
Auch jetzt sind wieder Teilungen in Tiefe, Breite und Höhe möglich. Tabelle 1 gibt dazu einige Beispiele.

3.3. Gleitschienen

Mit den neuen Gehäuseteilen erweitert sich der Anwendungsbereich des Systems „Amateurelektronik" nochmals wesentlich. In den größeren Gehäusen steht nicht nur mehr Raum für Bauelemente außerhalb von Leiterplatten zur Verfügung, sondern die Leiterplatten selbst können weit über das größte z. Zt. angebotene Systemformat von 35 mm × 80 mm hinausgehen, theoretisch bis etwa zum Format 95 mm × 165 mm. Das bedeutet, daß auch viele Interessenten, die im übrigen nicht von den weiteren Systemteilen Gebrauch machen, zu den neuen Gehäuseteilen greifen werden.
Eine vorteilhafte Montagemöglichkeit von Leiterplatten in einem Gehäuse besteht im Einschieben in Gleitschienen, besonders im Fall steckbarer Baugruppen. Eine solche Gleitschiene soll möglichst wenig Plattenfläche bedecken, bzw. man muß bei der Gestaltung des Leitungsmusters auf eine lötaugenfreie Randkontur in einer Breite achten, die der Gleitfugentiefe entspricht. Je nach Format und Gesamtkonzeption kann eine Leiterplatte hochkant oder flach in das Gehäuse eingeschoben werden. Die beiden möglichen Einschubrichtungen vom Format des Wandelements her sind ebenfalls zu berücksichtigen. Da zwischen beiden Kanten keine glatte Teilung bezüglich Rastermaß besteht und da andererseits Leiterplatten möglichst nur im Rastermaßsprung, also je 2,5 mm, gequantelt sein sollen, mußten 2 Gleitschienengrößen geschaffen werden, die sich um 1 mm in der Höhe unterscheiden. Eine einfache Rechnung bzw. Messung für den gewählten Gehäusetyp und die vorgesehene Leiterplatte entscheiden, welche Schienen eingesetzt werden. Tabelle 2 gibt dazu einige Beispiele. In den Versteifungsrippen der Wandelemente sind an den für die Schienen vorgesehenen Stellen Aussparungen anzubringen. Die Schienen (verfügbare Höchstlänge 165 mm) werden mit Plastkleber eingeklebt. Bei der spritztechnisch ungünstigen Geometrie dieser Schienen ist ein Verziehen kaum zu vermeiden. Der Werkstoff läßt sich jedoch geradebiegen, und nach dem Einkleben bleibt die Schiene zwangsläufig in ihrer Lage. Es empfiehlt sich, die Schienen bereits auf das betreffende Leiterplattenformat zu schieben und mit der Leiterplatte als „Richtlehre" einzukleben.

3.4. Ein Gestaltungsvorschlag

Die Erläuterungen zu den Neuentwicklungen wurden noch an Hand von Mustern gegeben, bevor die Spritzwerkzeuge fertiggestellt waren. Werkzeug- und fertigungsbedingte Abweichungen dürften sich in einem Rahmen bewegen, der die Anwendbarkeit nicht einschränkt. Die Außenseiten des Wandelements sind in der endgültigen Form wieder gerippt, die Frontplatte bleibt glatt. Da alle Teile aus schlagzähem Polystyrol bestehen, genügt handelsüblicher Plastkleber (z. B. „Plastikfix") zur Montage. Zum Sägen benutzt man die Laubsäge und glättet anschließend mit einer Schlichtfeile. Diese erste Information kann nur einen groben Überblick über Größenspektrum und prinzipielle Möglichkeiten der Teile geben. Bild 47 deutet eine Geräteausführung an, bei der die Frontplatte mit dem aus gezahnten Trägerstreifen bestehenden Einschubrahmen verbunden ist. Entsprechend Bild 48 dagegen ist die Leiterplatte mit der Frontplatte verbunden und wird von eingeklebten Gleitschienen im Gehäuse geführt.
Bild 49 bis Bild 52 zeigen Anschauungsmodelle der neuen Gehäuse, noch aus handgefertigten glatten Teilen zusammengesetzt.

Tabelle 1a) **Beispiele möglicher Gehäusegrößen aus den neuen Teilen (ganz oder längs den entsprechenden, vorgegebenen Sägelinien gesägt). Abmessungen (ohne „Kommastellen“) in mm. (Bei den Außenabmessungen sind Plus-Toleranzen bis etwa 2 mm möglich)**

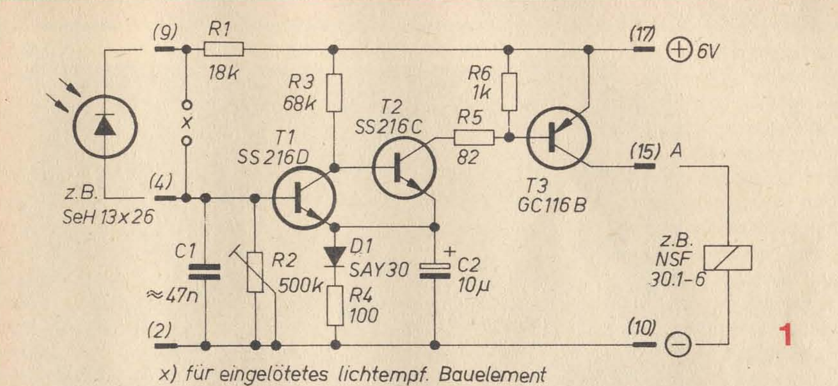
Kennzeichnung	Kurz-bezeichnung	Innenabmessungen b × h × t	Außenabmessungen b × h × t
Ausgangsgröße	A1	169 × 59 × 99	173 × 63 × 102
Flachformat	B1	169 × 37 × 99	173 × 41 × 102
Vertauschung von Front- und Wandplatte	C1	103 × 59 × 165	107 × 63 × 168
Flachformat dazu	D1	103 × 37 × 165	107 × 41 × 168
weitere Beispiele:			
2/3 Breite bezüglich Deckplatte	A2	114 × 59 × 99	118 × 63 × 102
Flachformat dazu	B2	114 × 37 × 99	118 × 41 × 102
2/3 Tiefe bezüglich Deckplatte	A3	169 × 59 × 66	173 × 63 × 69
Flachformat dazu	B3	169 × 37 × 66	173 × 41 × 69
desgleichen mit vertauschter Front- und Wandplatte	C3	103 × 59 × 110	107 × 63 × 113
Flachformat dazu	D3	103 × 37 × 110	107 × 41 × 113
2/3 Breite und 2/3 Tiefe bezüglich Deckplatte	A4	114 × 59 × 66	118 × 63 × 69
Flachformat dazu	B4	114 × 37 × 66	118 × 41 × 69

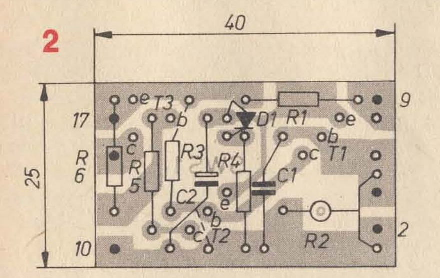
Tabelle 1b) Plattengrößen für die Beispiele nach Tabelle 1a). b-, h-, t-Zuordnung auf Gehäuse bezogen.

Kurz-bezeichnung	Frontplatte 13-160622 b × h	obere und untere Wandplatte 13-160621 b × t	linke und rechte Wandplatte 13-160621 h × t
A1	173 × 63	165 × 99	55 × 99
B1	173 × 41	165 × 99	33 × 99
C1	107 × 63	99 × 165	55 × 165
D1	107 × 41	99 × 165	33 × 165
weitere Beispiele:			
A2	118 × 63	110 × 99	55 × 99
B2	118 × 41	110 × 99	33 × 99
A3	173 × 63	165 × 66	55 × 66
B3	173 × 41	165 × 66	33 × 66
C3	107 × 63	99 × 110	55 × 110
D3	107 × 41	99 × 110	33 × 110
A4	118 × 63	110 × 66	55 × 66
B4	118 × 41	110 × 66	33 × 66

Tabelle 2 Beispiele für Leiterplattengrößtabmessungen und bezüglich der 1. Maßangabe zu verwendende Gleitschienen („Streifen“) in Abhängigkeit vom Format des Gehäuses

Gehäuse-format	Leiterplatten hochkant	Leiterplatten waagerecht	Streifen „620“ (1 mm Innenhöhe)	Streifen „623“ (2 mm Innenhöhe)
A1	55 × 95		–	2×
		165 × 95	–	2×
B1	35 × 95		2×	–
		165 × 95	–	2×
C1	55 × 165		–	2×
		100 × 165	1×	1×
D1	35 × 165		2×	–
		100 × 165	1×	1×







3

SWS1

Bild 1
Schwellwertschalter SWS 1 (Anschlüsse „x“ zwischen 4 und 9 für Innenmontage eines lichtempfindlichen Bauelements)

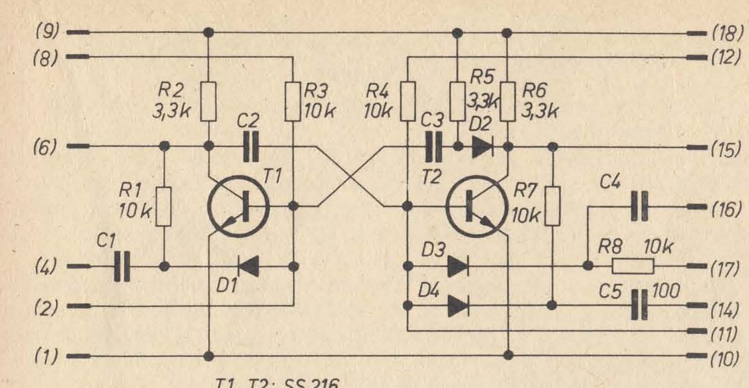
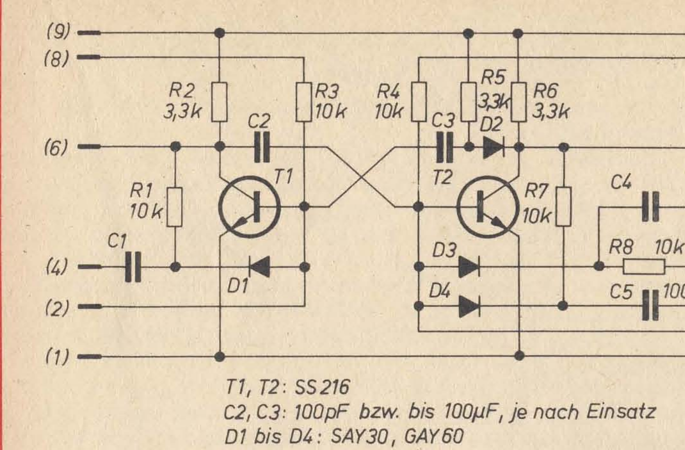
Bild 2
Bestückungsplan des SWS 1; freie Bohrungen rechts oben für einlötbaren Fotowiderstand

Bild 3
Leitungsmuster des SWS 1

Bild 4
Baustein SWS 1.
Statt SeH 13 × 26 wurde ein Fotowiderstand WK 65060 (Tesla) direkt eingelötet

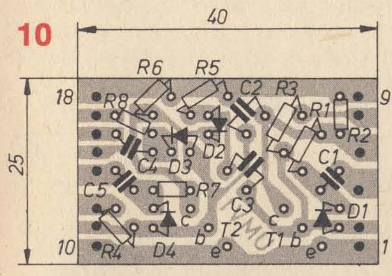
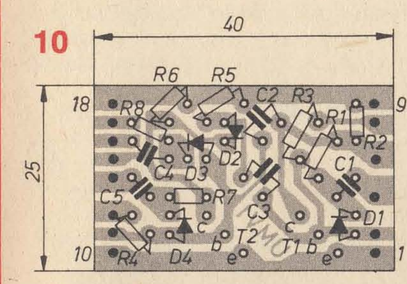
T1...T5 SS 216, SF 136 o.ä. (C...D)
T6 SF 126 D
D1 je nach Relais

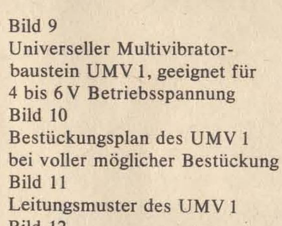
Bild 5
Sensor-Umschalter SUS 1
Bild 6
Bestückungsplan des SUS 1
Bild 7
Leitungsmuster des SUS 1
Bild 8
Baustein SUS 1

T1, T2: SS 216
C2, C3: 100pF bzw. bis 100µF, je nach Einsatz
D1 bis D4: SAY 30, GAY 60





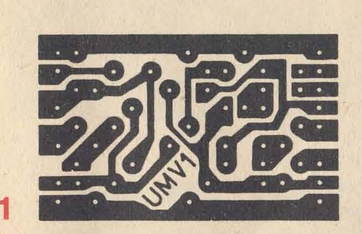
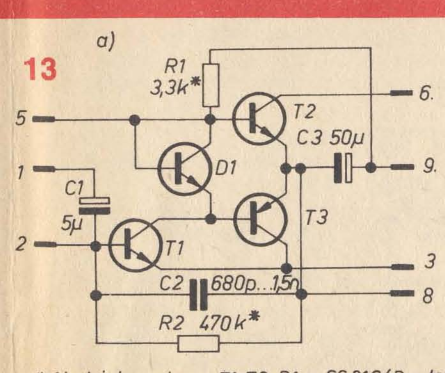
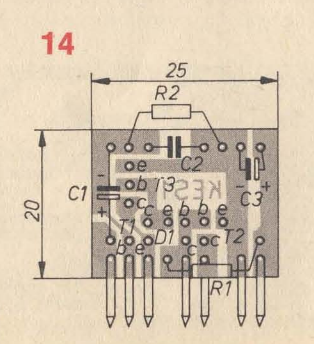


Bild 9
Universeller Multivibratorbaustein UMV 1, geeignet für 4 bis 6 V Betriebsspannung
Bild 10
Bestückungsplan des UMV 1 bei voller möglicher Bestückung
Bild 11
Leitungsmuster des UMV 1
Bild 12
Baustein UMV 1 (voll bestückt)



*Abgleichwerte T1, T2, D1 ≈ SS 216 (Basteltyp)
T3 ≈ GC 121 od. 301 (Basteltyp)
T2, T3 : C...D



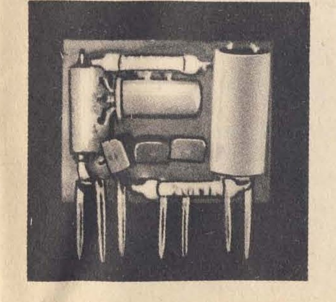
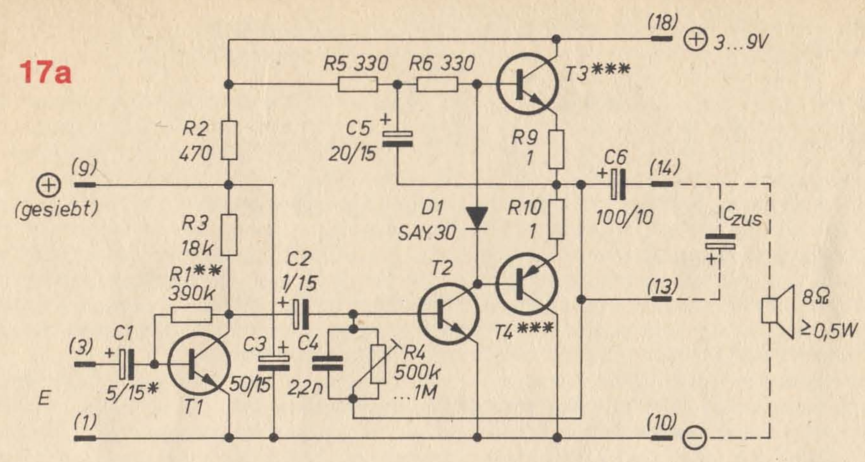


Bild 13
Komplementärendstufe KES 1 (10 mW)
Bild 14
Bestückungsplan der KES 1
Bild 15
Leitungsmuster der KES 1
Bild 16
Baustein KES 1

17a

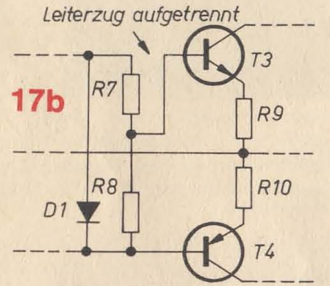


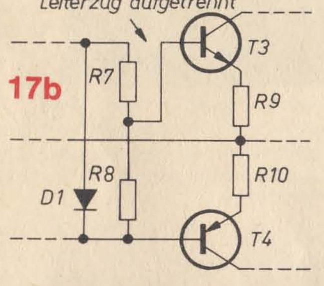
T1, T2 SC 206 (C...D)
T3 SF 126 C (B)
T4 GC 301 C (B)

*) bei negativen Spannungen am Eingang Polarität umdrehen!
**) Abgleichwert
***) gepaart bei etwa 5,5 0 u. 100 mA

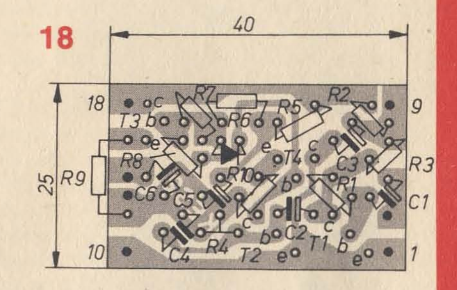
1Ω-Widerstände: Eigenbau auf 1/8 W-Körper (Drahtwickel)

17b





18



19

KES2

20



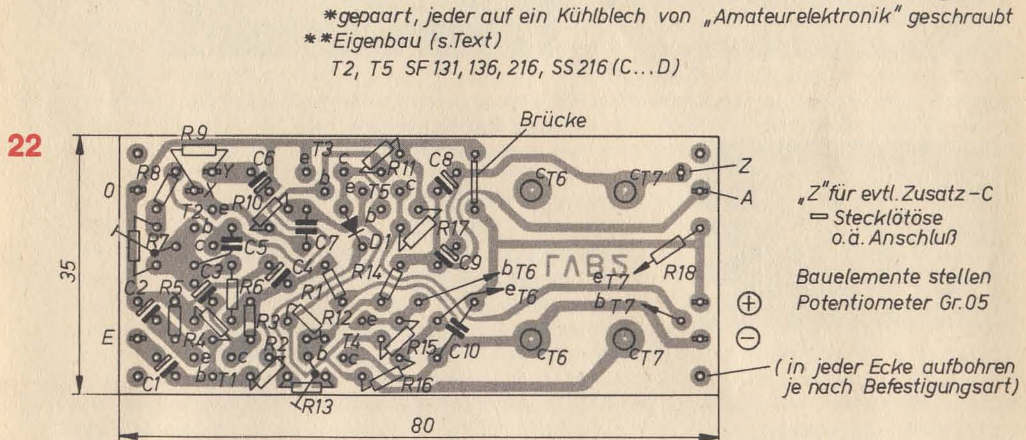
Bild 17
a) Komplementärendstufe KES 2 (100 mW) mit Bestückungsmöglichkeit für GE-Komplementärpärchen b)
Bild 18
Bestückungsplan der KES 2 (R7 und R8 nur für Ge-Pärchen; dabei Trennlinie auftrennen!)
Bild 19
Leitungsmuster der KES 2
Bild 20
Baustein KES 2

21

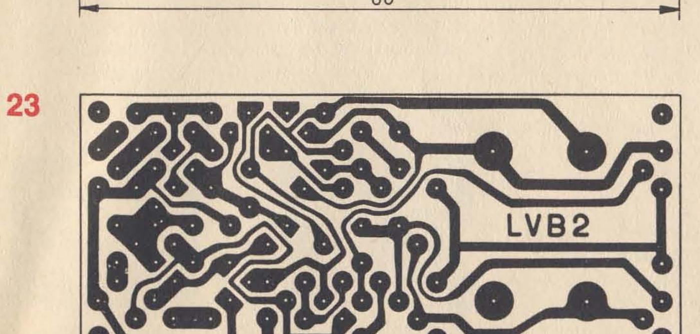
R14 560...680
T4 GC116C
T6 GD160*
⊖ 6V ≤ U_B ≤ 12V
8(...15)Ω ≳1W (s.Text)
R1 1k
R12 4,7k
R13 250 (Gr.05)
R15 100
R16 0,5**
C8 100/10
A
R2 68k
R3 2,7k
R6 18...22k
R10 1k
C7 4,7...10n
D1 SAY30
außen zuschaltbar für tiefe f_u
C5 330
C9 100/10
C3 5/15
R7 25k (Gr.05)
R8 4,7k
T3 GC116C
T5
Z
E
C1 5/15
T1 GC 101 C...D
T2
X
T7 GD160*
R4 10k
R5 1,2k
C2 50/3
C4 100/10
R9 0...33
Y
R11 470
R17 100
R18 0,5**
C10 1...2μ (ML)
C6 100/10
0
⊕

*gepaart, jeder auf ein Kühlblech von „Amateurelektronik" geschraubt
**Eigenbau (s.Text)
T2, T5 SF 131, 136, 216, SS 216 (C...D)

22



23



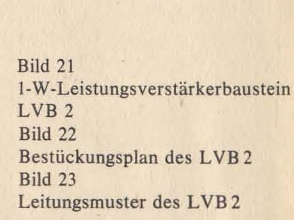


Bild 21
1-W-Leistungsverstärkerbaustein LVB 2
Bild 22
Bestückungsplan des LVB 2
Bild 23
Leitungsmuster des LVB 2

schalt-

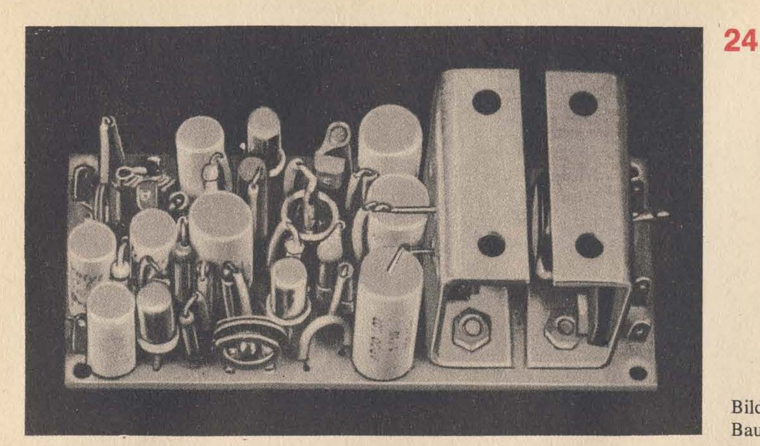
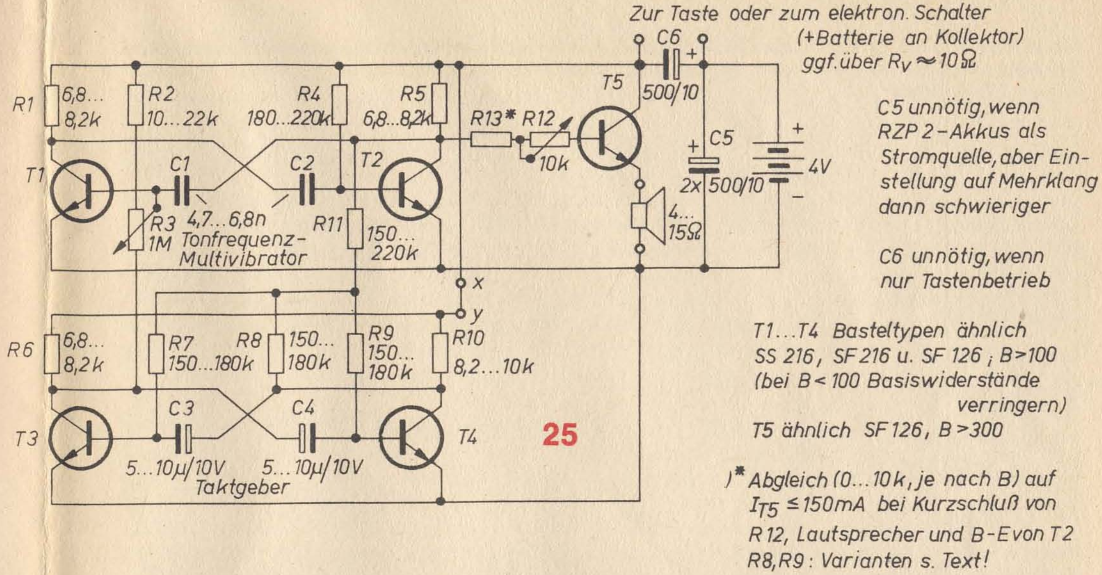

24

Bild 24
Baustein LVB 2



28

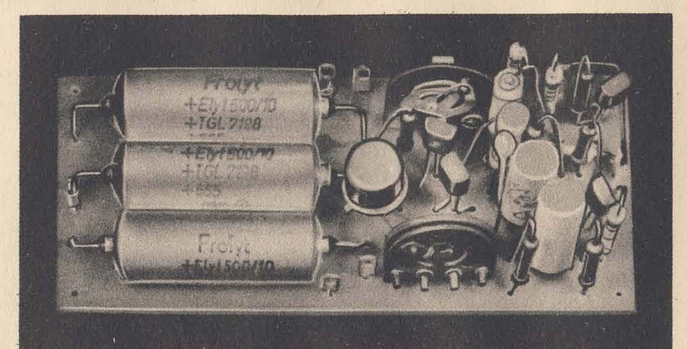
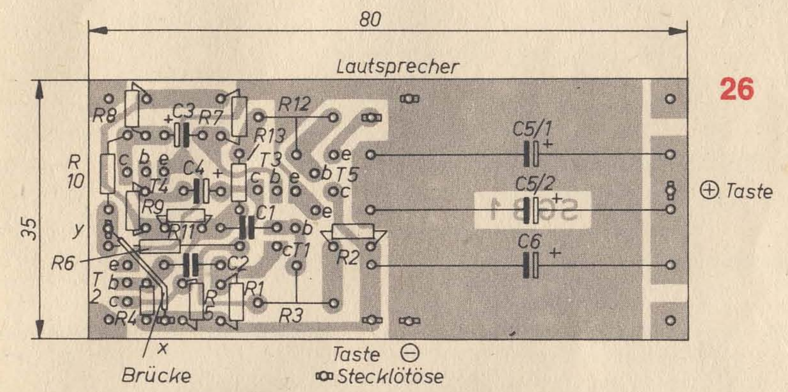
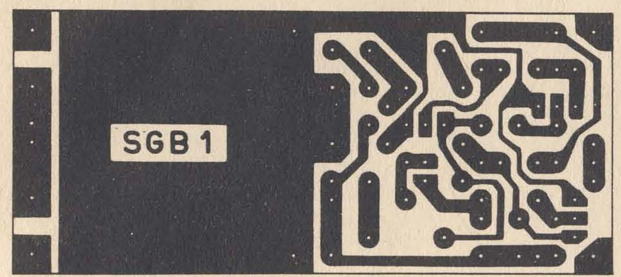


Bild 28
Baustein SGB 1





33a

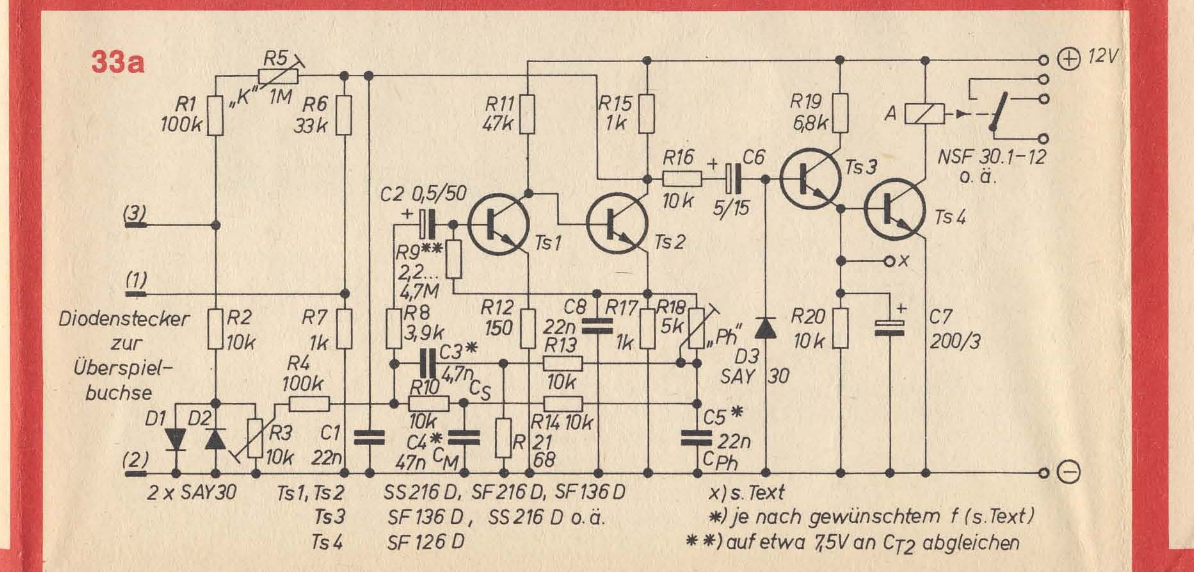
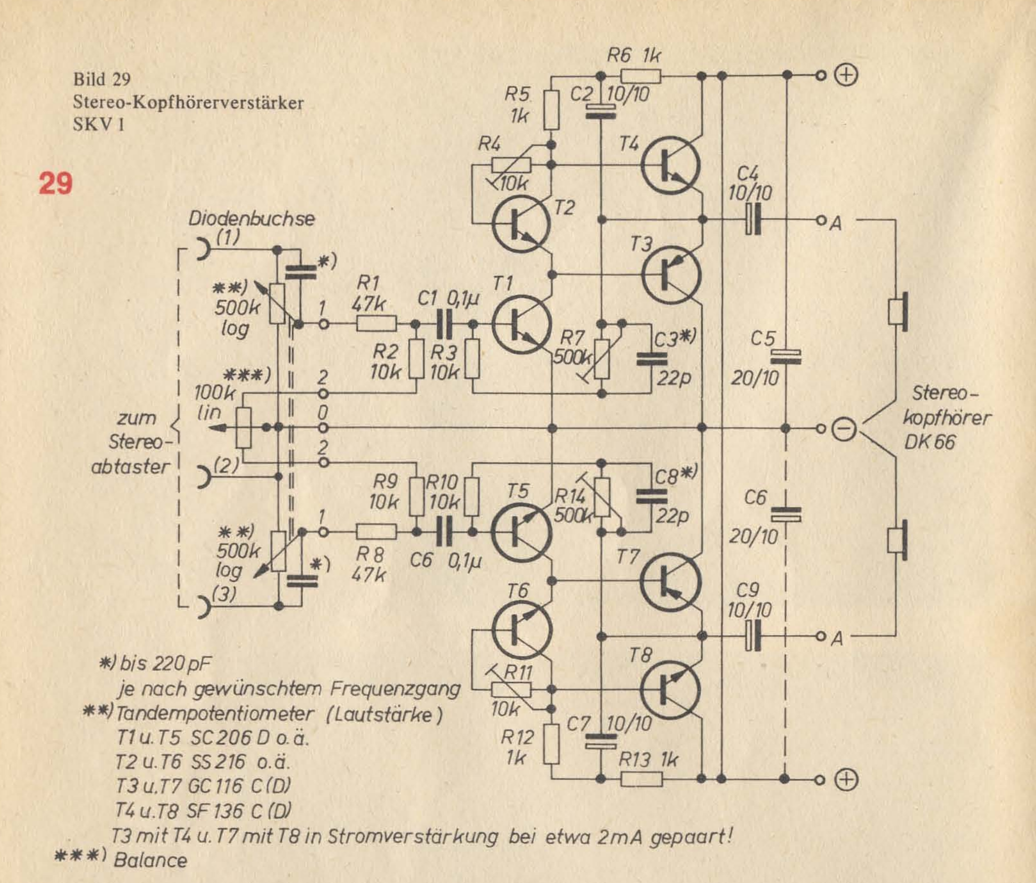


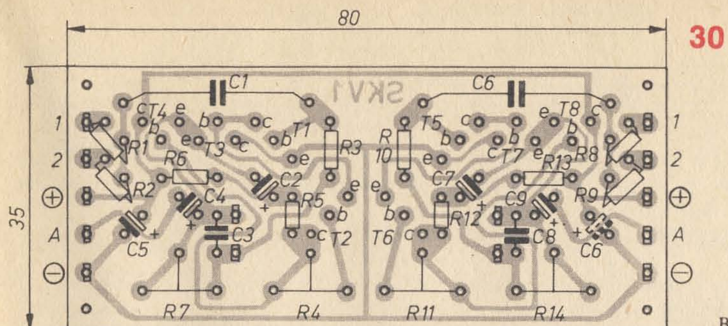
Bild 25
Signalgeneratorbaustein SGB 1
(x–y zum Einfügen eines Schalters für unterscheidbare Signale, s. Text)
Bild 26
Bestückungsplan des SGB 1
Bild 27
Leitungsmuster des SGB 1

Bild 29
Stereo-Kopfhörerverstärker
SKV 1

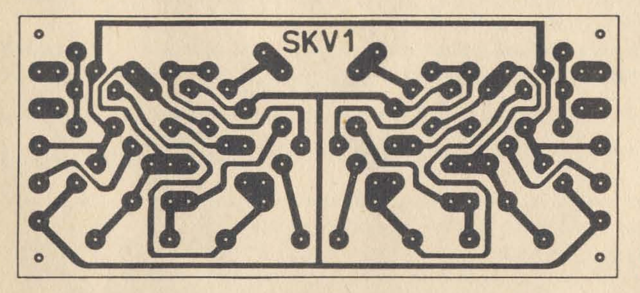
29



30

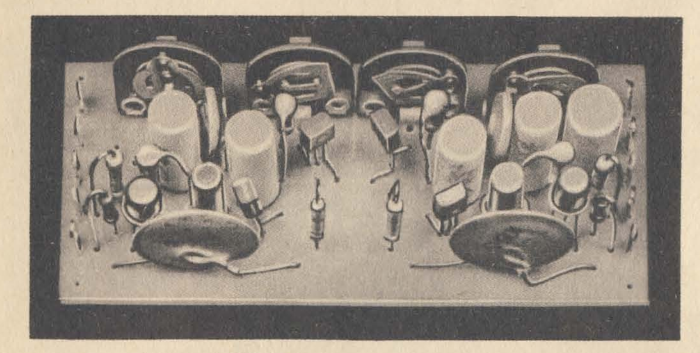


Stecklötöse

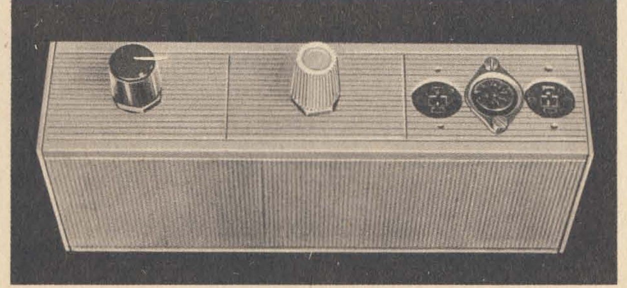


31

Bild 30
Bestückungsplan des SKV 1
Bild 31
Leitungsmuster des SKV 1
Bild 32
a) Baustein SKV 1;
b) Aufbaubeispiel für den SKV 1 in Gehäuseteilen des bisherigen Sortiments;
c) Innenansicht des Aufbaubeispiels für den SKV 1; Wandplatten teilweise demontiert



32a



32b

32c

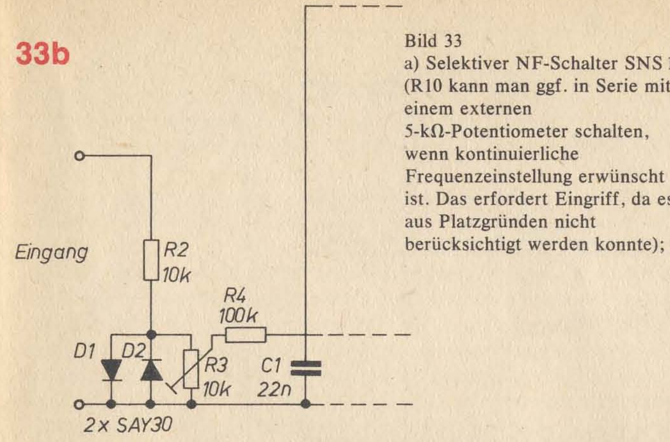
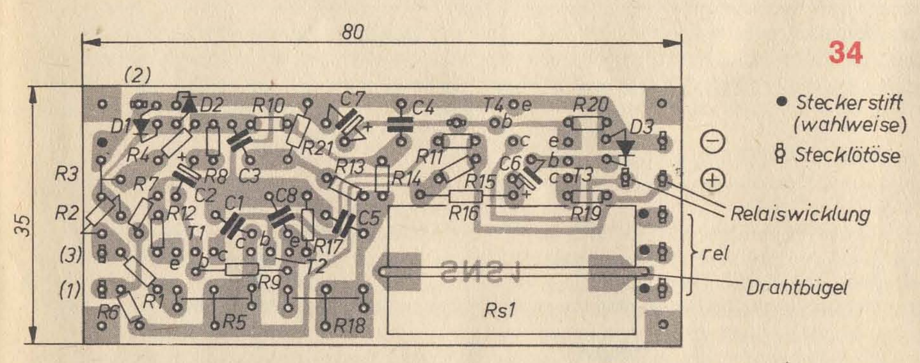
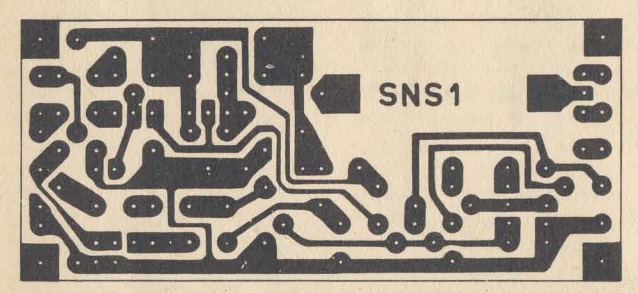
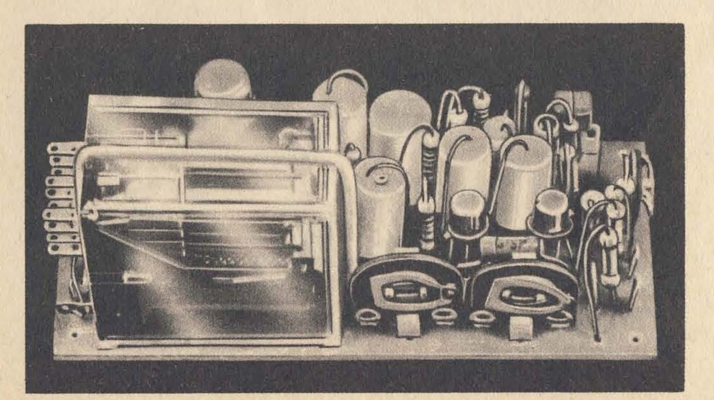
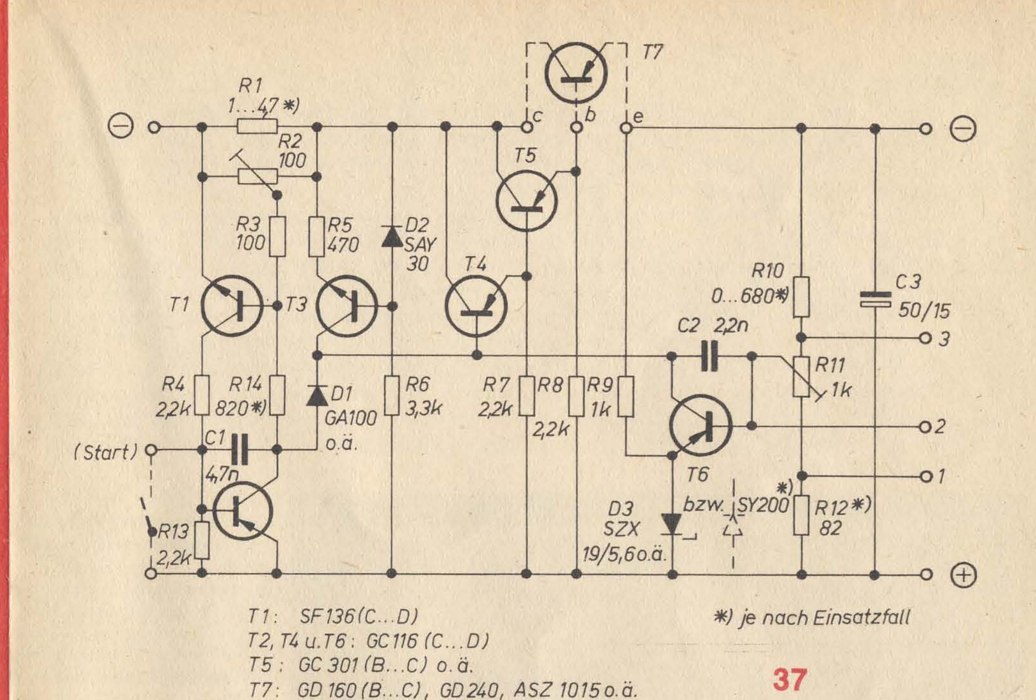


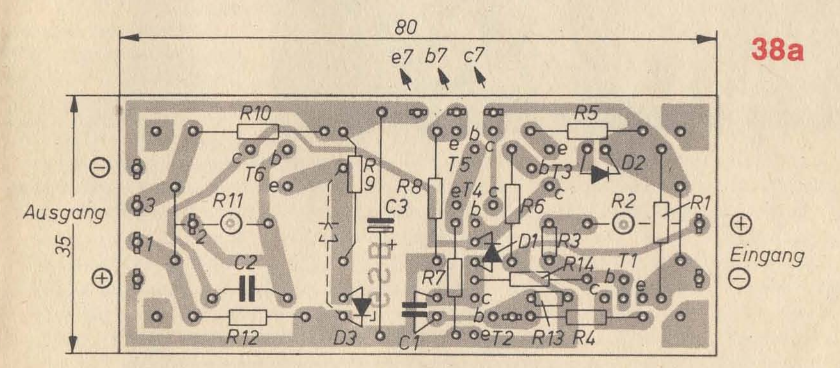
Bild 33
a) Selektiver NF-Schalter SNS 1 (R10 kann man ggf. in Serie mit einem externen 5-kΩ-Potentiometer schalten, wenn kontinuierliche Frequenzeinstellung erwünscht ist. Das erfordert Eingriff, da es aus Platzgründen nicht berücksichtigt werden konnte);
b) vereinfachte Eingangsseite bei Verwendung als „elektronisches Schloß" ähnlich Bauplan 24 (es entfallen Rückkopplung und Ausgang für Magnetbandgerät)
Bild 34
Bestückungsplan SNS 1;
C1, C3, C4, C5 und C8 Kf.- bzw. Polyesterkondensatoren!
Bild 35
Leitungsmuster des SNS 1
Bild 36
Baustein SNS 1











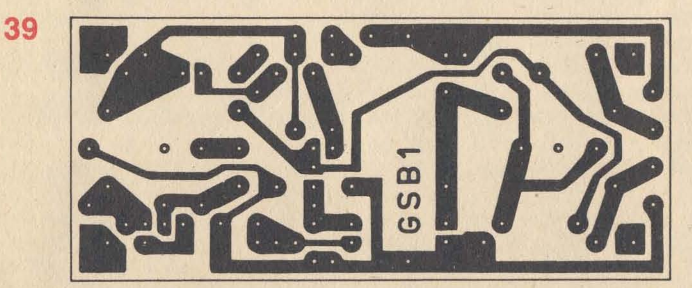
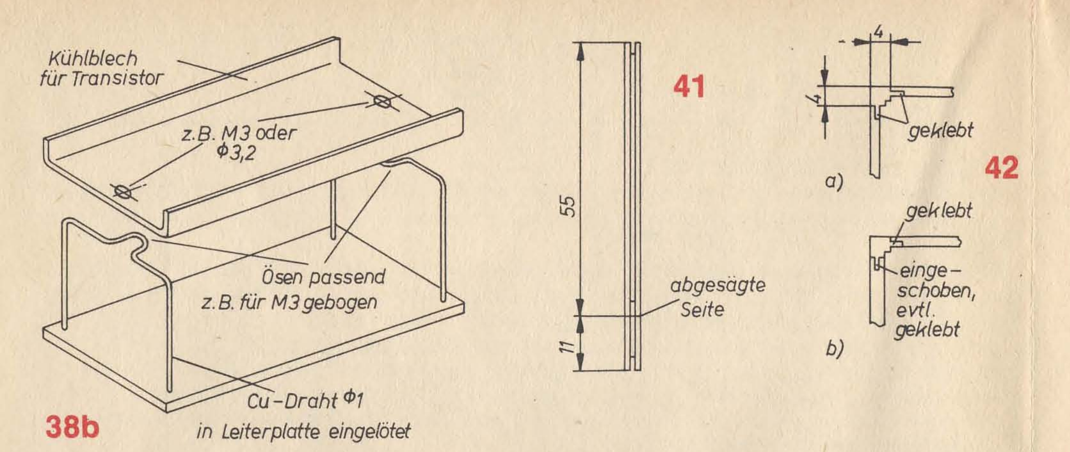


Bild 37
Gleichspannungs-Stabilisatorbaustein GSB 1
Bild 38a
Bestückungsplan der aufwendigsten Variante des GSB 1
Bild 38b
Kühlblechmontage mit 1-mm-Kupferdraht
Bild 39
Leitungsmuster des GSB 1



41

55
11
abgesägte
Seite

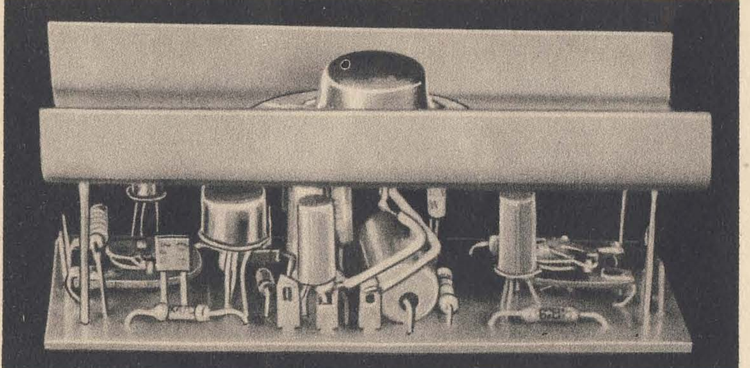
42

4
4
geklebt
a)
geklebt
einge-
schoben,
evtl.
geklebt
b)

43b

165
33,5
55,5
99,2
Wandelement
160621
Sägelinien
33,5
55
110
33,5

173,3
54,7
10
Frontelement
160622
Sägelinien
63,2
41,7
107,7



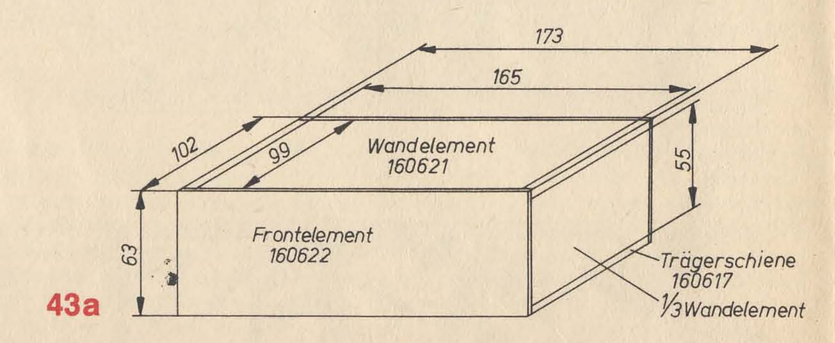
40

Bild 40
Baustein GSB 1

Bild 41
Montage kürzerer Einheiten mit Wandelementen von 1970

Bild 42
Verwendung der Schiene von 1970 für das Montieren der neuen Wandplatten; a – nur neue Platten, b – Kombination mit kleinen Wandelementen von 1970

Bild 43
a) Größtmögliches Gehäuse aus den neuen Elementen; b) Die Innenseiten von Wandplatte (...621) und Frontplatte (...622) wurden zum Aufteilen mit der Laubsäge mit Markierungsdoppellinien versehen; dazwischen führt man das Sägeblatt



44

160617
160621
geklebt
160622
3x
160618
(einge-
schoben)
Säule geklebt
160621

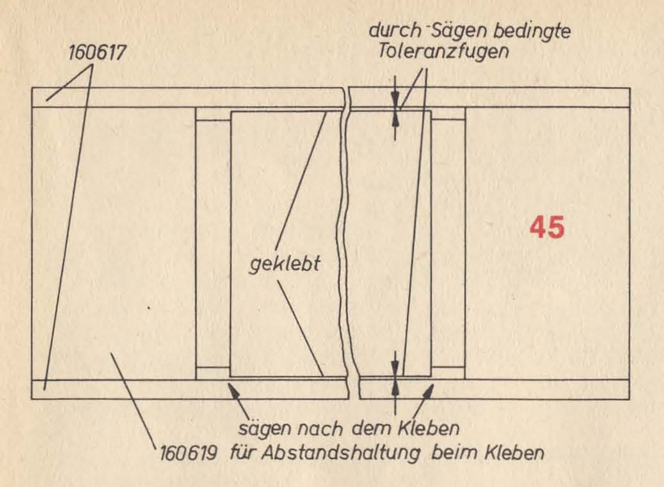
Bild 44
Kombinationsgehäuse mit lösbaren Seitenwänden

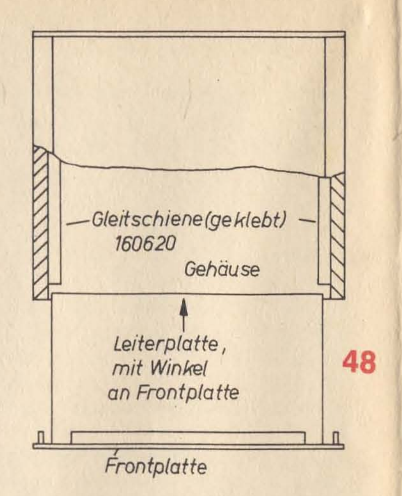
46

Versteifungsrippe
Z
Sägefläche
Einzelheit „Z"
heraus-
brechen

Bild 46
Notwendiger Arbeitsgang nach dem Zersägen einer Wandplatte

1.–20. Tausend · Militärverlag der Deutschen Demokratischen Republik (VEB) – Berlin, 1974 · Cheflektorat Militärliteratur · Lizenz-Nr. 5 · LSV: 3539 · Lektor: Wolfgang Stammler · Zeichnungen: Manfred Schulz · Typografie: Helmut Herrmann · Hersteller: Hannelore Lorenz · Vorauskorrektor: Gertraut Purfürst · Korrektor: Gertrud Meindl · Printed in the German Democratic Republic · Lichtsatz: GG Interdruck Leipzig · Druck und Buchbinderei: Sachsendruck Plauen · Redaktionsschluß: 28. September 1973 · Bestellnummer: 745 612 8





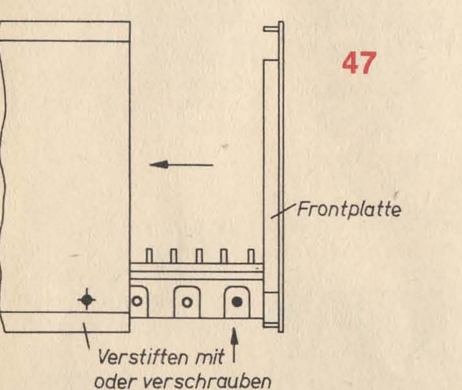


Bild 45
Maßgenaues Kleben einer Seitenwand mit 2 kleinen Wandelementen zum Festlegen des Abstands

Bild 47
Mögliche Ausführung eines Geräts, bei dem Frontplatte und Trägerrahmen fest verbunden sind

Bild 48
Mit Frontplatte direkt verbundene Leiterplatte wird beim Einschieben von Gleitschienen geführt

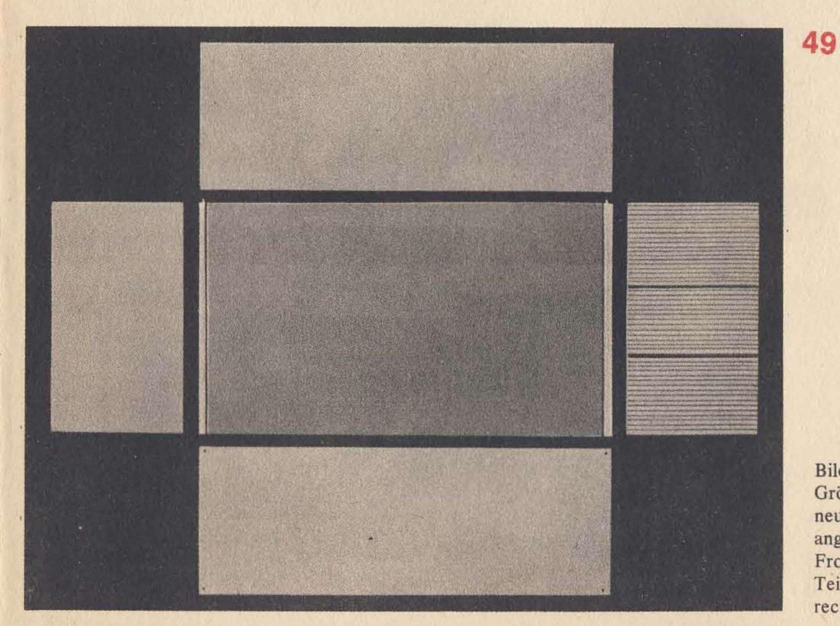


Bild 49
Größenvergleich und Zuordnung: neue Wandelemente mit bereits angeklebten Trägerschienen, Frontplatte (2×) und abgesägter Teil einer Wandplatte (links); rechts 3 Wandelemente von 1970

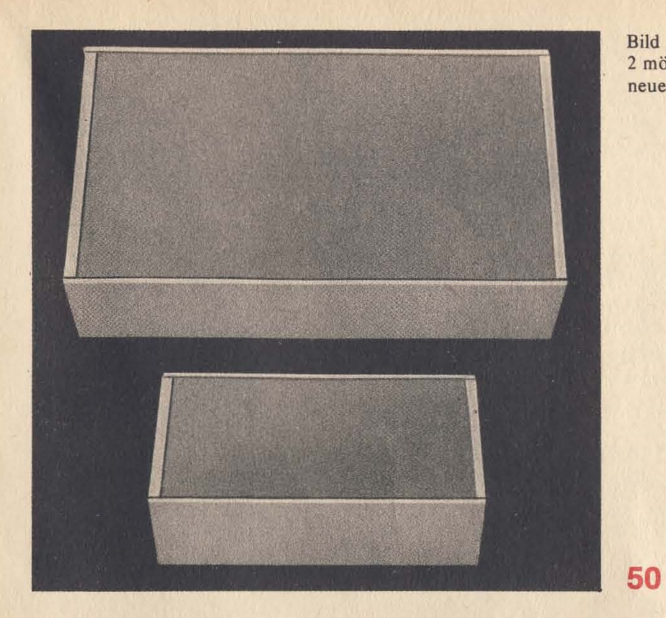


Bild 50
2 mögliche Gehäuse aus den neuen Teilen

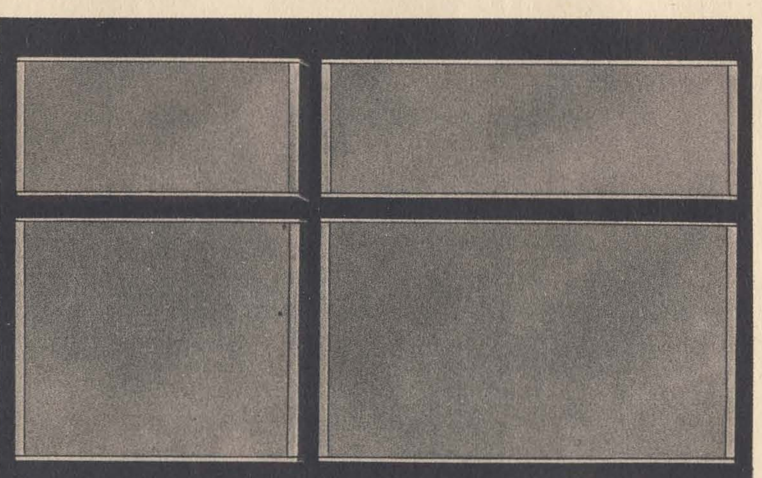


Bild 51
Draufsicht auf 4 Größenvarianten

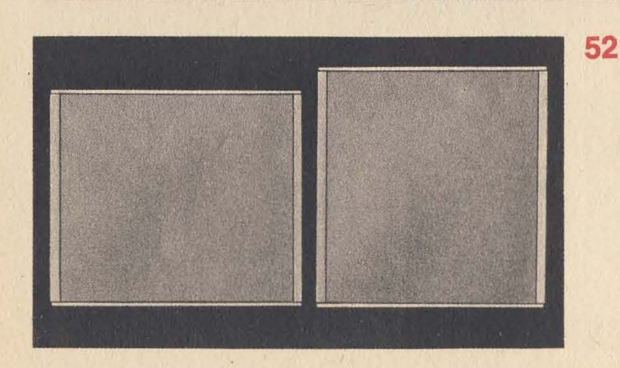


Bild 52
Formatvariation durch Verändern der Einschubseite (rechtes Gehäuse kann bis zu 165 mm tief werden)